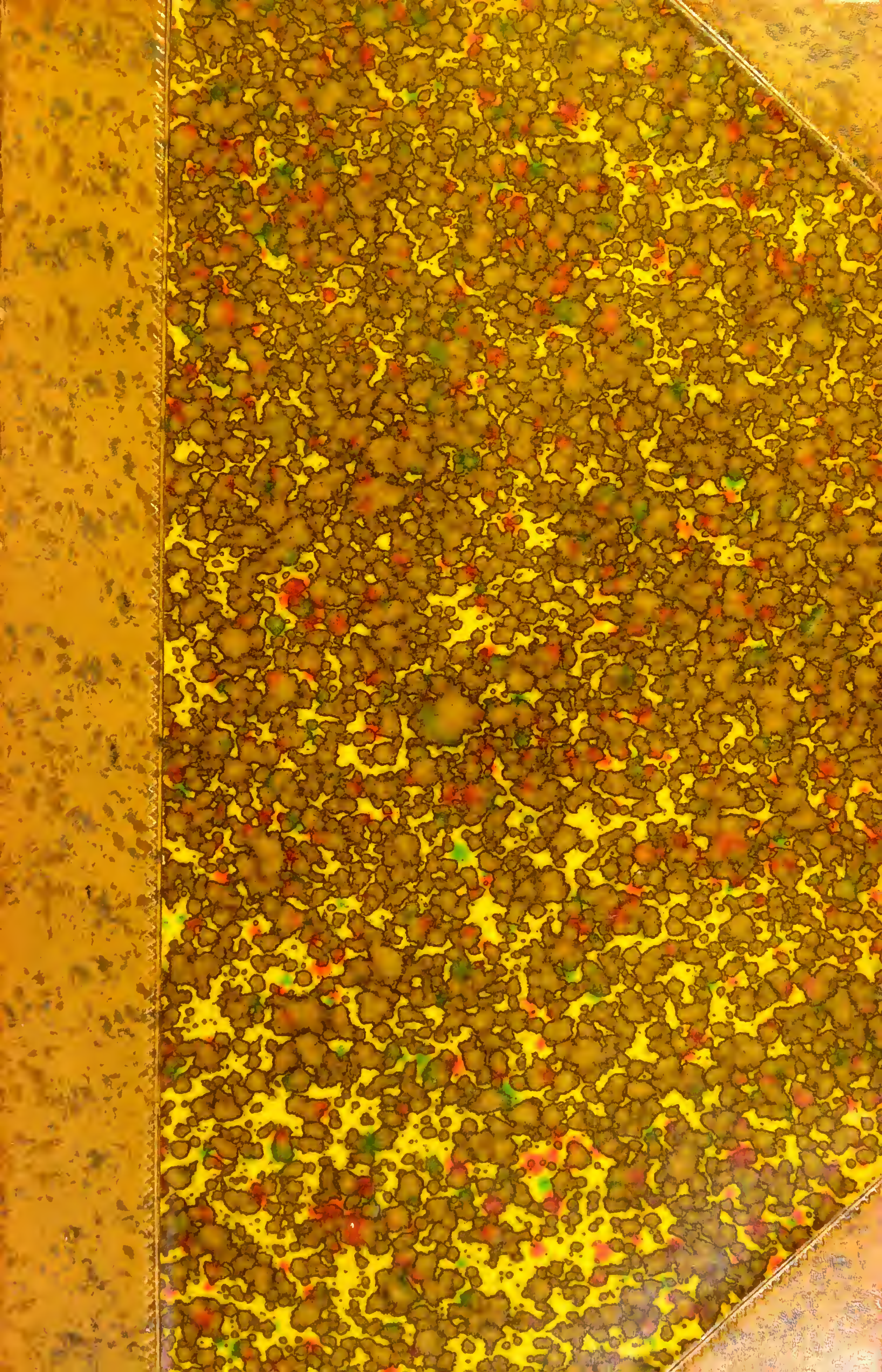


LES

RAYONS DE ROENTGEN

APPAREILS DE PRODUCTION

MODES D'UTILISATION

APPLICATIONS CHIRURGICALES

AUTRES TRAVAUX DE L'AUTEUR

Du traitement du cancer de la langue (*Thèse de doctorat*, Nancy, 1884).
Considérations sur un cas de fracture du crâne (*Arch. de méd. milit.*, 1888).
Ablation d'un chancre syphilitique; absence d'accidents consécutifs (*Id.*, 1889).
Luxations isolées de l'extrémité supérieure du cubitus (*Id.*, 1890).
L'ulcère endémique de Gafsa (*Id.*, 1891).
Nouveau procédé d'amputation ostéoplastique du pied (*Id.*, 1891).
Les luxations du métatarse (*Id.*, 1892).
Abcès tropicaux du foie (*Revue de médecine*, 1892).
La fièvre typhoïde dans le nord de la Tunisie (*Id.*, 1893).
Coexistence de la fièvre typhoïde et de la tuberculose pulmonaire (*Arch. de méd. milit.*, 1893).
L'appendicite ulcéro-perforante (*Revue de chirurgie*, 1895).
Les blessures du cœur et du péricarde (*Id.*, 1899).
Installation et fonctionnement du laboratoire de radiographie du Val-de-Grâce (*Arch. de méd. milit.*, 1899).
De l'emploi des rayons de Roentgen en chirurgie d'armée (*Id.*, 1899).
Les suppurations hépatiques d'origine appendiculaire (*Revue de chirurgie*, 1900).
Traitement des luxations irréductibles du coude (*Revue d'orthopédie*, 1900).
Les fractures du métatarse (*Id.*, 1900).
Du transport des malades et blessés à dos de chameau dans l'extrême-sud algérien (*Arch. de méd. milit.*, 1900).
Les blessures expérimentales et cliniques par armes à feu, étudiées par la radiographie (*Id.*, 1900).
Étude radiographique des fractures articulaires et juxta-articulaires (*Congrès international de Paris*, 1900; section de chirurgie générale).
La péritonite suppurée consécutive à la perforation typhoïdique de l'intestin (*Revue de chirurgie*, 1901).
Les fractures du poignet (*Revue d'orthopédie*, 1901).
L'emploi des rayons de Roentgen pendant la guerre hispano-américaine (*Arch. de méd. milit.*, 1901).
Les ruptures traumatiques de la rate dans les contusions de l'abdomen (*Id.* 1901).
Traitement de la syphilis par les injections d'oxyde jaune de mercure (*Id.*, 1902).
La chirurgie de guerre pendant la campagne du Touat (*Id.*, 1902).
Examen du cœur à la radioscopie, au point de vue de l'aptitude au service militaire (*Id.*, 1903).
Luxations de la tête du radius accompagnant les fractures de la diaphyse du cubitus (*Marseille médical*, 1903).
Du moment de l'amputation dans la gangrène par lésion artérielle traumatique et dans les écrasements périphériques des membres (*Id.*, 1904).
Procédé actuel de cure opératoire des hernies inguinales (*Id.*, 1904).
Un cas de tumeur de la vaginale (*Id.*, 1904).

Communications sur des sujets divers, à la Société de Chirurgie de Paris : Pathogénie des calculs salivaires du canal de Wharton (1898); Les abcès du foie et leur traitement (1898); La gastrostomie par le procédé de Fontan (1898); Urohématonéphrose, néphrectomie (1898); Fracture bilatérale du maxillaire inférieur, traitée par la suture (1898); Intervention chirurgicale dans l'appendicite (1899); Ostéomes péri-articulaires du coude et du genou (1899); L'emploi de la radiographie dans les fractures (1900); Ablation d'un ostéome du brachial antérieur et résultat éloigné de l'intervention (1900); Radiographie dans les lésions articulaires (1900); Traitement du varicocèle par le procédé de Narath (1900); Tarsectomie postérieure totale (1900); Pleurésie interlobaire gauche suppurée et thoracotomie (1901); Emploi de la radiographie dans le diagnostic des calculs vésicaux (1901); Utilité de la radiographie pour le diagnostic et le traitement primitif des fractures diaphysaires par armes à feu (1901); Traitement chirurgical du hallux valgus (1901); Fracture et énucléation incomplète du scaphoïde du pied (1901); Chute d'une balle dans le cul-de-sac sous-arachnoïdien (1901); Balle logée dans le poumon et repérée par la radiographie (1901); Emploi des rayons de Roentgen pour l'étude des empyèmes pleuraux fistuleux externes (1901); Les ostéomes musculo-tendineux d'origine traumatique de la région du coude (1901); Épilepsie traumatique consécutive à un coup de feu de la voûte du crâne (1901); Un cas de pyélonéphrite suppurée et volumineuse (1901).

LES

RAYONS DE ROENTGEN

APPAREILS DE PRODUCTION
MODES D'UTILISATION
APPLICATIONS CHIRURGICALES

PAR

EDMOND LOISON

Médecin-major de 1re classe,
Professeur agrégé du Val-de-Grâce,
Membre correspondant de la Société de Chirurgie de Paris.

Avec 1191 figures dans le texte.

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1905

AVANT-PROPOS

« La découverte d'un moyen physique d'exploration nouveau, est plus utile aux sciences expérimentales et naturelles, que les plus belles découvertes et les plus merveilleuses des conceptions. » Claude Bernard.

L'application des rayons de Roentgen à la chirurgie semble confirmer cet aphorisme de l'illustre physiologiste français, et le présent volume n'a d'autre but que d'en faire la démonstration, dans la faible mesure de nos moyens, en montrant les avantages précieux que peut fournir la radiographie à la science et à l'art chirurgical.

La découverte de Roentgen date de quelques années à peine et les travaux qu'elle a suscités, dans toutes les langues, sont innombrables. Plusieurs auteurs, dans différents pays, ont déjà tenté d'endiguer ce flot débordant de mémoires, en en collectant les données essentielles dans des Traités plus ou moins volumineux, où ils exposent, d'une façon didactique, les indications théoriques et pratiques nécessaires, et les mettent au point du moment où ils ont paru. Avec les progrès rapides que fait journellement cette nouvelle branche de la science, beaucoup de ces livres ont déjà vieilli. Le meilleur et le plus récent que nous ayons, en France, est le *Traité de Radiologie médicale*, publié, sous la direction du professeur Bouchard, par une pléiade de collaborateurs distingués qui ont édifié une œuvre savante et solide, et suffisamment harmonieuse dans son ensemble ; on pourrait toutefois peut-être lui reprocher d'être un peu trop théorique pour le praticien.

Chargé, pendant plusieurs années, de la direction du laboratoire de radiologie installé à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce, nous avons pu recueillir un nombre considérable de cas cliniques, provenant des services de nos maîtres, MM. les professeurs Robert, Delorme, Chavasse, Nimier et Mignon, auxquels nous avons depuis ajouté quantité de faits observés à l'hôpital militaire de Marseille. Nous avons cru réaliser œuvre

utile, en les publiant dans un travail d'ensemble, auquel nous avons cherché à donner l'humble facture d'une *Clinique radiographique chirurgicale*, ne parlant que de ce que nous avons vu.

Nous avons déjà soumis à l'appréciation du public médical, plusieurs esquisses ou tableaux partiels, ayant trait à quelque partie du sujet; nous les avons mis à profit, en les complétant, ou modifiant, suivant que nous avions pu recueillir de nouveaux matériaux, ou que l'expérience nous avait amené à corriger nos conceptions primitives.

La partie clinique est donc la raison de l'ouvrage, et elle en constitue le motif essentiel. Nous avons cru devoir la faire précéder de l'exposé des notions physiques et techniques, dont la connaissance est indispensable au chirurgien qui veut utiliser les rayons de Roentgen, dans sa pratique.

Nous estimons en effet que le chirurgien doit procéder lui-même, ou faire procéder en sa présence et d'après ses indications, aux examens radioscopiques, ou radiographiques, de ses malades ; c'est un moyen de diagnostic qu'il doit savoir employer, au même titre que les autres qui lui sont fournis par ses sens ou par des instruments divers.

De là résulte pour lui la nécessité de connaître la structure et le fonctionnement des appareils d'électricité qu'il aura à mettre en œuvre, de même qu'il ne devra rien ignorer des méthodes d'exploration radioscopiques et radiographiques, et des résultats qu'elles sont capables de fournir.

Notre volume se trouve tout naturellement divisé en trois parties.

Le *premier livre* comprend le rappel des notions d'électricité indispensables pour se rendre compte de la structure et du fonctionnement des appareils spéciaux utilisés pour produire les rayons de Roentgen. Etant écrit par un médecin, pour des médecins, il ne faudra y chercher aucune formule mathématique complexe. Les notions qu'il contient ont été empruntées aux ouvrages classiques de physique, et aux traités d'électricité de Colson[1], de Keignart[2], de Janet[3], de Cadiat et Dubost[4] et surtout de Claude[5]. La plupart des figures schématiques que nous avons reproduites, sont imitées de ces différents auteurs. Nous avons jugé superflu d'illustrer notre volume, avec des gravures représentant des appareils complets et finis, tels qu'on les trouve dans les catalogues des

[1] *Traité élémentaire d'électricité*, Paris, 1900.
[2] *Guide pratique de l'amateur électricien*, Paris 1899.
[3] *Premiers principes d'électricité industrielle*. Paris 1899.
[4] *Traité pratique d'électricité industrielle*. Paris 1896.
[5] *L'électricité à la portée de tout le monde*, Paris 1900.

fabricants ; c'était là un luxe, sans utilité pratique, la structure intime nous intéressant plus que la confection extérieure.

Le *deuxième livre* s'occupe de la partie technique, de l'appareillage des différentes pièces de l'instrumentation, de leur mise en marche, de leur fonctionnement et de leur rendement.

Nous nous sommes proposé de faire connaître au praticien les différentes manières de produire et d'appliquer les rayons de Roentgen, suivant le but qu'il se propose et les conditions dans lesquelles il se trouve. Quoique les solutions simples nous aient toujours séduit, nous avons cependant cru devoir nous étendre assez longuement sur la méthode de repérage des corps étrangers dans l'organisme, imaginée par Contremoulins; sa remarquable précision, et le guide avantageux qu'elle fournit au chirurgien pendant l'acte opératoire, compensent largement le prix des appareils nécessaires, et le temps qu'il faut consacrer à la bonne exécution des recherches.

Dans ce livre, comme dans le précédent, on ne trouvera que des figures schématiques, dont la plupart traduisent les résultats de notre propre pratique.

Le *troisième livre* nous est entièrement personnel. Il ne contient pas les considérations théoriques et les vues abstraites qui constituent le fond de beaucoup d'ouvrages scientifiques et leur donnent le cachet d'œuvres d'érudition ou de vulgarisation. C'est un recueil d'observations que nous avons fait suivre des déductions pratiques que nous a suggéré notre expérience, au point de vue du mécanisme de production, du diagnostic et du traitement de nombreuses affections chirurgicales.

C'est surtout la pathologie chirurgicale de l'adulte que nous avons exposée, ayant eu exceptionnellement l'occasion d'employer les rayons de Roentgen, pour étudier les affections du vieillard, et de l'enfant.

Les nombreuses figures qui accompagnent cette partie du texte, sont d'une parfaite exactitude, quoique réduites à leur plus grande simplicité. Il nous a semblé préférable de procéder ainsi, plutôt que de reproduire des planches radiographiques, dont l'exécution eut été coûteuse, et qui surtout eussent été peu démonstratives. Nous avons pu en effet juger bien souvent du manque de netteté et de clarté que présentent les radiogrammes soumis au lecteur, dans les journaux ou ouvrages spéciaux ; il faut y chercher, pour ne pas dire y deviner, la lésion sur laquelle l'auteur veut appeler l'attention. Nous avons décalqué tous nos clichés à la chambre claire, la feuille de papier appliquée sur le côté gélatine, et les avons

réduits, lorsque leurs dimensions étaient trop grandes, tout en leur conservant une rigoureuse exactitude ; nous avons supprimé les détails inutiles, pour mettre en évidence les points importants.

Telles sont les principales directives qui nous servirent de guide pour l'ordonnancement et l'exécution de notre travail.

Pour nous mettre au courant de la science radiologique et mener ensuite à bonne fin l'exécution de cet ouvrage, il a fallu successivement que nous nous improvisions électricien, photographe, dessinateur ; c'est dire la somme de temps que nous avons du y consacrer.

Nous avons tenté d'être utile, en montrant les ressources que les rayons de Roentgen offrent au chirurgien qui sait leur demander ce qu'ils sont en état de lui donner et rien de plus.

Puissions-nous avoir réalisé nos espérances dans une faible mesure, et nos désirs seront largement comblés.

Nous nous faisons un devoir de remercier M. O. Doin qui a bien voulu se charger de l'édition de notre livre et y a apporté tous les soins dont il est coutumier. Il a dû faire reproduire nos figures au tiers de leur grandeur primitive, pour ne pas trop augmenter la dépense et le nombre des pages; mais malgré cela elles restent suffisamment démonstratives.

LES

RAYONS DE ROENTGEN

APPAREILS DE PRODUCTION — MODES D'UTILISATION
APPLICATIONS CHIRURGICALES

LIVRE PREMIER

PARTIE PHYSIQUE

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRATEURS D'ÉLECTRICITÉ

Les générateurs d'électricité sont des *machines*[1] capables de transformer une forme quelconque de l'énergie, en énergie électrique. Aussi pour obtenir l'énergie électrique, pouvons-nous recourir à l'énergie mécanique, à l'énergie thermique, ou à l'énergie chimique que nous transformerons au moyen des appareils spéciaux que nous allons étudier.

§ 1. — Machine statique

Elle est employée par certains radiographes, comme appareil de choix, tandis que d'autres ne l'utilisent qu'en cas de nécessité.

Les machines électro-statiques se divisent en deux groupes : *a*) celles où l'espace n'est pas modifié, et dans lesquelles le frottement de deux corps mauvais conducteurs (or mussif ou bisulfure d'étain, par exemple, et verre) est utilisé pour développer l'électricité, par transformation de l'énergie mécanique ; ce sont les *machines électriques à frottement* du type Ramsden : *b*) celles où il y a création préalable d'un champ électrique, et dans lesquelles les phénomènes d'influence, d'induction, interviennent seuls pour transformer l'énergie mécanique en énergie électrique ; les principaux types de *machines électriques par influence* portent les noms de Carré, Holtz. Wimshurst, Bonetti, de la Noé, etc. Ces dernières machines sont seules

[1] Sous le nom de *machine*, on entend un corps, ou un système de corps, capable de transformer, d'une manière régulière et continue, une forme quelconque de l'énergie en une autre forme de l'énergie : la machine ne crée pas du travail, elle ne fait que le transformer (Paul Janet).

actuellement employées dans la pratique et c'est à elles que se sont adressés les radiographes.

Les machines statiques représentent des sources d'électricité d'un *potentiel* élevé et d'un faible *débit*.

Le produit du potentiel par le débit constitue la puissance de la machine :

$$P = VD$$

formule dans laquelle V exprime la différence de potentiel correspondant à la longueur de l'étincelle et D le débit. La puissance est le facteur primordial à considérer, au point de vue de la production des rayons de Roentgen.

La valeur du potentiel, d'où dépend la longueur de l'étincelle, varie avec la forme de la machine, l'isolement des conducteurs, et la force mécanique mise en jeu. Le potentiel fourni par les machines d'une certaine puissance, atteint généralement plusieurs centaines de mille volts, et se trouve suffisant pour les besoins de la radiographie.

Le facteur qui laisse d'ordinaire à désirer est le débit, et comme à potentiel égal, plus le débit est considérable, plus les étincelles sont grosses, nourries et bien colorées, on a dû chercher à améliorer le débit.

On y arrive en augmentant la capacité électrique des conducteurs, et pour cela on suspend aux conducteurs deux condensateurs qui ne sont autres que deux petites bouteilles de Leyde mises en communication électrique par leurs armatures externes, tandis que leurs armatures internes se chargent, par l'intermédiaire de la machine, de l'électricité de même nom que le conducteur auquel elles sont reliées ; elles se déchargent en même temps que les conducteurs et renforcent l'étincelle.

L'on peut encore augmenter le débit en dotant la machine de deux collecteurs de grandes capacités en forme de tambours en cuivre nickelé ; il en est ainsi dans le type Wimshurst modifié par Gaiffe.

On a cherché surtout à accroître le débit, en agissant sur le partie active même de la machine ; on a construit des machines à grands plateaux, des machines à gros cylindres, et des machines à un grand nombre de plateaux moyens.

Avec les grands plateaux, comme l'on ne peut marcher qu'à une vitesse faible, on perd ainsi une partie des avantages.

Les gros cylindres nécessitent des réparations coûteuses ne pouvant guère être faites que par le constructeur, lorsqu'un cylindre se déforme et se dépolit.

La meilleure solution se trouve dans l'emploi des machines à plateaux multiples.

Les plateaux de diamètre moyen, mais en grand nombre, donnent des surfaces actives considérables, et peuvent tourner sans danger à une grande vitesse. La maison Gaiffe, par exemple, a créé un type de machine à grand rendement, facilement démontable, prenant peu de force, dont toutes les parties rigides permettent d'atteindre des vitesses considérables. L'une de

ces machines à six plateaux, de 55 centimètres, n'exige que 12 kilogrammètres pour marcher à 900 tours à la minute. La mise en mouvement est faite par moteur à courant continu, à courant alternatif monophasé ou polyphasé, suivant les cas. Dans cette machine du type Wimshurst modifié, les plateaux sont en ébonite, sans secteurs; on évite ainsi la variation de la polarité des peignes à la mise en marche, mais l'on est obligé d'amorcer la machine en frottant l'un des plateaux de chaque paire avec le doigt sec ou couvert d'or mussif. En agissant sur l'un ou l'autre des plateaux, on donne aux électrodes les polarités que l'on désire et qui demeurent fixes, tant que la machine reste amorcée, chose très importante en radiographie.

La machine n'est pas pourvue de cage en verre, à cause de la simplicité de séchage des plateaux, de la grande vitesse qui fait que, même par les temps médiocres, le débit est encore considérable, et en outre parce que les cages sont une cause de détérioration rapide par l'ozone qui se produit à leur intérieur.

Béclère[1] préconise chaudement une machine analogue, à quatre plateaux de 45 centimètres de diamètre, construite par Drault. Les engrenages sont disposés de telle sorte que la mise en mouvement au moyen d'une manivelle permet de faire exécuter aux plateaux un total de plus de huit cents révolutions par minute. Dans ces conditions, on comprend que la machine, malgré ses petites dimensions, ait un assez grand débit.

En général, lorsqu'on utilise la machine statique comme générateur d'électricité, pour la production des rayons de Roentgen, il est avantageux de se servir d'un appareil à huit, dix, ou douze plateaux.

Pour provoquer les décharges électriques dans le tube de Crookes, trois méthodes peuvent être utilisées : a) *la connexion simple ;* b) *les courants de Morton ;* c) *les interrupteurs* ou *détonateurs*, appelés encore *exploseurs*.

La méthode de la connexion simple consiste à relier les électrodes du tube aux pôles correspondants de la machine, au moyen de fils appropriés (fig. 1). Pour obtenir les courants de Morton qui sont des courants statiques induits, on met en relation avec les conducteurs de la machine les armatures internes de deux bouteilles de Leyde; les courants induits recueillis au niveau des armatures externes reliées électriquement circulent à travers le tube de Crookes intercalé dans le circuit de jonction ; il faut se rappeler que la polarité des armatures externes des bouteilles de Leyde est inverse de celle des conducteurs de la machine (fig. 2) ; il y a lieu par conséquent de brancher le tube en position inverse.

La troisième méthode consiste à interrompre le circuit en un point de chacun des conducteurs qui réunissent les électrodes du tube aux pôles de la machine, avec les appareils appelés interrupteurs, détonateurs ou exploseurs constitués par deux boules placées à une distance variable l'une de l'autre (fig. 3). Dans ce cas les boules polaires sont très écartées entre elles. La machine étant en marche et les boules des détonateurs d'abord en con-

[1] Béclère. *Archives d'électricité médicale*, 1900, p. 306.

tact, on les écarte ensuite de façon à donner aux étincelles la longueur qui correspond à la fluorescence optima du tube. La longueur des étincelles qui

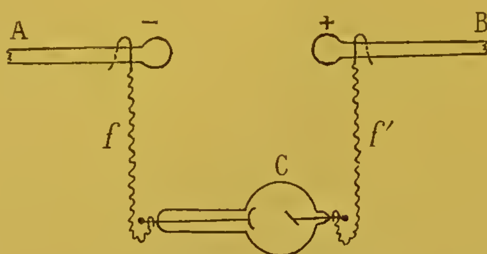


Fig. 1.
A B, conducteurs de la machine ; C, tube de Crookes, $f f'$ fils de connexion.

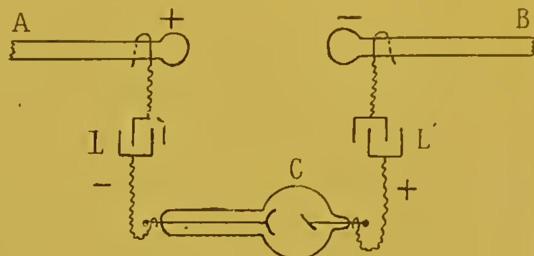


Fig. 2.
A B, conducteurs de la machine ; C, tube de Crookes ; L L' condensateurs constitués par des bouteilles de Leyde.

jaillissent simultanément entre les deux exploseurs, dépend du potentiel et du débit de la machine. Cette longueur peut être modifiée à volonté, pendant

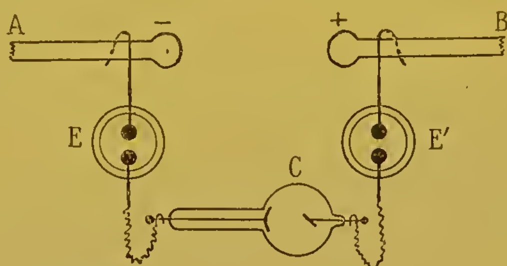


Fig. 3.
A B, conducteurs de la machine ; C, tube de Crookes ; E E' exploseurs.

que le tube fonctionne, en agissant sur l'écartement des boules des détonateurs.

D'après les recherches de Bordier[1], la méthode des courants de Morton est meilleure que celle de la connexion simple, mais bien inférieure à celle des interrupteurs.

Manière de reconnaître les pôles de la machine. — Il est important de pouvoir déterminer le signe de chaque pôle, avant d'intercaler le tube dans le circuit, car si l'on alimentait ce dernier avec des connexions inversées, il pourrait se détériorer ou se briser.

Le procédé le plus simple consiste à placer la flamme d'une bougie entre les deux pôles, la machine étant en marche ; la flamme s'incline et se dirige de façon que sa pointe soit tournée vers le pôle positif.

Avantages et inconvénients des machines statiques. — La machine statique représente le moyen le plus simple et le plus direct à employer pour la

[1] BORDIER. *Archives d'électr. méd.*, 1898. p. 125.

production des rayons de Rœntgen, puisqu'il suffit pour y arriver de relier une ampoule de Crookes à ses deux pôles. Elle est d'un prix moins élevé que la bobine et peut être employée concurremment pour les besoins de l'électrothérapie. N'échauffant pas les tubes, elle les met moins rapidement hors de service. Les autres avantages que certains auteurs se plaisent à lui attribuer : fixité de l'éclairage du tube et par suite de l'écran fluorescent, absence de production de troubles trophiques divers et plus ou moins prononcés, au niveau des régions irradiées, ne lui sont pas spéciaux et se retrouvent également avec les bobines convenablement disposées et maniées.

Les principaux inconvénients proviennent de l'action nocive de l'humidité, qui diminue le rendement de la machine dans une proportion parfois très considérable, et fait que le tube de Crookes insuffisamment alimenté ne produit pas les rayons de Rœntgen avec les qualités d'intensité et de pénétrabilité nécessaires pour les besoins de la radiographie ou de la radioscopie.

Aussi nous estimons, en communauté d'avis avec la presque généralité des radiographes, qu'actuellement la machine statique ne doit être employée pour la production des rayons de Rœntgen que dans les circontances où l'on ne peut faire autrement.

Entretien des machines électro-statiques. — Le radiographe doit prendre certaines précautions, s'il veut que sa machine soit toujours en bon état de fonctionnement.

1° S'il emploie un moteur électrique, il doit surveiller les balais, s'assurer que leur appui se fait bien, qu'il n'ont aucun point de contact l'un avec l'autre ; il faut également nettoyer de temps en temps le collecteur pour assurer le passage régulier du courant;

2° Les tourillons des divers axes doivent être huilés fréquemment ; il est avantageux d'employer l'huile de vaseline ;

3° S'il y a des courroies de transmission, il faut contrôler de temps en temps leur état de tension et leur solidité ;

4° Si la machine est sous cage vitrée, il faut renouveler, quand besoin s'en fait sentir, le chlorure de calcium destiné à dessécher l'air. Il y a lieu également, surtout par les temps humides, de maintenir la sécheresse de l'air de la pièce où se trouve la machine, en entretenant un poêle constamment allumé ;

5° S'il s'agit d'une machine Wimshurst à plateaux vernis à la gomme laque, il faudra chaque trois ou quatre mois la démonter et revernir les plateaux à la gomme laque, après les avoir bien essuyés.

Si les secteurs se détachent des plateaux, ou se déchirent, il faut les renouveler et les fixer avec un vernis à la gomme laque ;

6° Si les plateaux sont en ébonite, on leur fera subir deux ou trois fois par an le traitement suivant : *a*) lavage à l'eau ; *b*) essuyage soigné, jusqu'à siccité parfaite ; *c*) frottement de leur surface avec de l'huile paraffinée sodée (1 litre de paraffine pour 30 grammes de soude). Il faut éviter d'exposer les plateaux d'ébonite au soleil qui les altérerait rapidement ;

7° Remplacement des balais usés ;

8° Pour essuyer les parois de la cage, il ne faut pas employer des chiffons qui sont toujours plus ou moins humides, mais du papier à filtre ou de la soie chauffés ;

9° La machine doit être éloignée des murs de la pièce, ou bien ceux-ci seront tapissés d'une feuille de verre.

§ 2. — Piles

Ce sont généralement les piles *hydro-électriques* qui ont été employées ; toutefois, certains techniciens ayant conseillé de recourir, en cas de besoin, aux piles *thermo-électriques*, pour la charge des accumulateurs, nous devrons en dire quelques mots.

A. — Piles hydro-électriques

La pile hydro-électrique est une machine qui transforme en énergie électrique l'énergie chimique résultant de la combustion du zinc dans son intérieur. Nous brûlons du zinc dans la pile, pour obtenir de l'énergie chimique, de même que dans la machine à vapeur nous brûlons du charbon pour obtenir de l'énergie mécanique. L'une et l'autre machine ne créent pas l'énergie, elle ne font que la transformer, suivant le grand principe de la conservation de l'énergie.

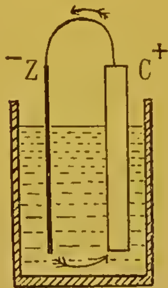


Fig. 4.
Couple voltaïque fermé ; Z, zinc ; C, cuivre.

Sous sa forme la plus simple, un élément de pile est constitué par un vase contenant de l'eau acidulée, dans laquelle plongent deux métaux différents, inégalement attaquables, par exemple, un morceau de zinc et un morceau de cuivre qui constituent les électrodes ou pôles du couple voltaïque. Sous l'influence du contact des deux métaux hétérogènes établi par l'intermédiaire de l'eau acidulée, ou par suite de la réaction chimique entre le liquide et le métal, il se produit une séparation des fluides électriques, ou une *force électro-motrice*.

Si nous réunissons les deux pôles par un fil extérieur bon conducteur (fig. 4), nous obtenons un courant électrique qui va du cuivre au zinc, à l'extérieur de la pile et du zinc au cuivre à l'intérieur. La pile, comme une machine hydraulique, élève l'électricité du pôle négatif au pôle positif, pour la laisser ensuite retomber à l'extérieur du pôle positif au pôle négatif, cette chute de hauteur, de tension, de *potentiel*, comme l'on dit, servant à l'accomplissement d'un travail quelconque dans un récepteur intercalé sur le parcours du fil extérieur.

Le caractère essentiel des piles est la faculté qu'elles ont de reproduire instantanément les charges électriques qui s'y étaient développées, dès qu'on vient à enlever ces charges d'une manière quelconque.

L'*intensité du courant* dépend : 1° de la force électro-motrice intérieure

produite ; 2° de la résistance intérieure de la pile et de la résistance extérieure du circuit.

La force électro-motrice intérieure qui engendre la différence de tension électrique, de potentiel aux bornes, est en relation avec la puissance des actions chimiques qui se passent dans l'intérieur de la pile.

La force électro-motrice et la résistance intérieure sont toujours les mêmes dans les piles identiques; elles constituent ce que l'on appelle les *constantes* ou les *éléments caractéristiques* de chaque pile.

Cependant si l'on étudie avec un galvanomètre l'intensité du courant fourni par une pile, on constate que ce courant va en diminuant progressivement et se réduit bientôt à une faible valeur. Les constantes ne s'appliquent en réalité qu'à des éléments neufs, ou venant d'être rechargés. La cause principale qui affaiblit plus ou moins rapidement le courant est la *polarisation* des électrodes. Elle provient du dépôt qui se fait à la surface de l'électrode positive de bulles d'hydrogène qui gênent le passage du courant, augmentent la résistance intérieure et tendent également à donner naissance à un courant de sens inverse.

Une autre cause d'affaiblissement du courant résulte de l'impureté du zinc qui contient toujours du fer et d'autres métaux, en proportion variable ; il se forme, au contact de l'eau acidulée, un grand nombre de petits couples locaux parasites, entre le zinc et les métaux étrangers, d'où usure rapide du zinc et dégagement à sa surface d'hydrogène qui augmente la résistance intérieure de la pile. Pour supprimer ces phénomènes secondaires, il faut employer du zinc distillé, mais comme ce métal est trop cher, on se contente dans la pratique d'utiliser du zinc amalgamé, c'est-à-dire allié avec du mercure. Pour amalgamer les zincs, on commence par les décaper, en les brossant avec de l'eau acidulée, puis on frotte leur surface, soit avec du mercure, soit avec un sel de mercure, jusqu'à ce que l'on obtienne un beau brillant.

D'autre part le fonctionnement prolongé de la pile amène la formation de produits secondaires, de déchets solides ou liquides qui influent soit sur la force électro-motrice, soit sur la résistance intérieure, soit sur les deux en même temps.

Pour obvier, dans la mesure du possible, à tous ces inconvénients qui prennent une grande importance en radiographie où la constance de l'intensité du courant est nécessaire, on a préconisé l'emploi des *piles à dépolarisant* et des *piles à écoulement continu*.

Les *piles à dépolarisant* sont basées sur l'emploi de substances liquides ou solides, dont les plus utilisées sont, pour le premier groupe : le sulfate de cuivre (pile Daniell et modifications), l'acide azotique (pile Bunsen et dérivés), l'acide chromique (pile Poggendorff, etc). Les principaux dépolarisants solides sont : le bioxyde de manganèse (élément Leclanché) et le bioxyde de cuivre (élément Lalande et Chaperon et analogues). Ces substances ont pour but de retenir l'hydrogène pendant son transport sur l'électrode positive.

Les piles à dépolarisant liquide sont à deux liquides ou à un seul liquide ; ces dernières sont les plus pratiques.

Nous nous bornerons à décrire rapidement, parmi ces différents types de piles, celles dont l'emploi a été plus particulièrement conseillé pour les installations radiographiques.

Élément Trouvé. — C'est une pile à un liquide, avec dépolarisant dissous constitué par le bichromate de soude ou de potasse. Chaque élément comporte un zinc intercalé entre deux charbons plongeant dans la solution acide contenue dans des vases en verre, de forme rectangulaire.

Trouvé enploie la formule suivante :

Bichromate de potasse ou de soude	250	grammes.
Acide sulfurique	550	—
Eau	1 000	—

Pour la préparation du liquide, le bichromate finement pulvérisé est dissous dans l'eau, puis on ajoute l'acide par minces filets. Il faut laisser refroidir avant de garnir les vases.

Après combinaison, il résulte une solution de sulfate de zinc et un alun de chrome (sulfate double de chrome et de potasse).

Cette pile est énergique, mais elle s'use à circuit ouvert ; aussi il faut relever les zincs chaque fois que l'on cesse de la faire fonctionner.

Sa force électro-motrice est de 1,8 volt à 2 volts ; sa résistance intérieure de 0,01 ohms.

Élément Radiguet. — C'est encore une pile au bichromate, du genre de la précédente. Les zincs sont relevés au moyen d'un treuil, et une disposition spéciale permet de mettre en service une fraction, ou la totalité des éléments.

Élément Lalande-Edison. — Il est constitué par un vase en porcelaine contenant une solution de potasse caustique à 25 p. 100, dans laquelle plongent les électrodes fixées au couvercle par un dispositif spécial qui les empêche de se déplacer et prévient les courts-circuits qui pourraient résulter de leur rapprochement. L'électrode négative est formée par deux plaques de zinc amalgamé roulées qui se trouvent placées de chaque côté de l'électrode positive constituée par de l'oxyde noir ou bioxyde de cuivre aggloméré en barre par la compression.

Pendant le fonctionnement, l'eau se décompose ; l'oxygène mis en liberté forme avec le zinc de l'oxyde de zinc, lequel à son tour se combine avec la potasse pour former un sel très soluble, sel double de zinc et de potasse qui se dissout aussitôt constitué. De son côté, l'hydrogène mis en liberté par la décomposition de l'eau réduit l'oxyde de cuivre en cuivre métallique.

Une couche d'huile lourde de vaseline est placée au-dessus du liquide, pour prévenir l'action de l'air et la formation de sels grimpants.

Les constantes de l'élément sont les suivantes : force électro-motrice de 0,9 volts ; résistance intérieure de 0,02 ohms.

Cet élément très vanté par les Américains qui l'ont employé dans la généralité de leurs installations radiographiques, pendant la guerre hispono-américaine, en 1898, présenterait les avantages suivants :

1° Le courant fourni est constant et puissant ;

2° La perte d'énergie est faible pendant les périodes de repos de la pile ;

3° L'élément ne réclame pas de surveillance tant qu'il n'est pas épuisé ;

4° Il ne dégage pas de vapeurs nuisibles ;

5° Il ne se congèle pas et n'est pas influencé par les changements ou les différences de température ;

6° Il est composé de matériaux bon marché et faciles à se procurer ;

7° Il est robuste et peut se transporter facilement sans danger de bris.

Élément Junius. — Cet élément qui rappelle à la fois les éléments Lalande, Chaperon et Leclanché, a certaines analogies avec le précédent. Le liquide excitateur est de la soude caustique, et le dépolarisant du bioxyde de manganèse. L'électrode négative est constituée par quatre cylindres de

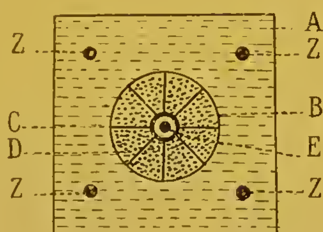


Fig. 5.

Coupe horizontale schématique de la pile Junius. — A, vase extérieur en verre bleu; ZZZZ, les quatres tiges de zinc; B, vase poreux en amiante; C, cloisons de charbon; D, bioxyde de manganèse; E, tige de cuivre centrale.

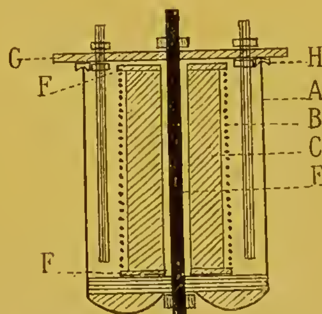


Fig. 6.

Coupe verticale schématique de l'élément Junius. — Mêmes lettres que figure 5; FF' plaques de porcelaine dégourdie fermant le bas et le haut du vase d'amiante; C, couvercle en faïence du vase de verre; H, coupe de l'anneau de caoutchouc de fermeture.

zinc amalgamé fixés au couvercle ; le pôle positif est formé par une tige de cuivre rouge inattaquable par les alcalins, qui traverse le vase, fixée par des écrous au-dessous du fond et au-dessus du couvercle. Cette tige passe au centre de la masse du dépolarisant placée dans un vase poreux en amiante, entre des lames de charbon disposées en rayonnant ; les bases du vase poreux sont en porcelaine dégourdie. Un anneau de caoutchouc épais, pressé entre le couvercle en porcelaine et le bord supérieur du vase en verre extérieur, empêche l'air de venir par son acide carbonique altérer la soude caustique.

Les figures 5 et 6 représentent des coupes schématiques horizontale et verticale de l'élément qui a la forme d'un prisme quadrangulaire haut de 17 centimètres.

Cet élément présente une force électro-motrice aux bornes de 1 volt 63 et une résistance intérieure de 0,25 ohms; il est absolument étanche, ne dégage pas de produits odorants ou corrosifs, a des dimensions ni trop grandes, ni trop restreintes; il peut fonctionner pendant longtemps, sans que l'on ait besoin de changer le liquide et le courant débité a une grande constance.

Bordier[1] a pendant plus d'un an alimenté une bobine de Ruhmkorff avec des éléments Junius réunis entre eux par un montage mixte et la bobine a fonctionné tous les jours pendant une heure en moyenne.

Le liquide excitateur se prépare ainsi :

Soude caustique exempte de fer	250	grammes.
Eau distillée	750	—

La présence du fer dans la soude fait noircir les zincs.

Les piles à écoulement sont destinées à remédier à un grave inconvénient des piles au bichromate à un liquide : la diminution croissante du courant pendant toute la durée du fonctionnement. Cette diminution tient à ce que, au contact du zinc, il se forme du sulfate de zinc qui empêche l'acide d'arriver jusqu'au métal. Une seconde cause, c'est l'affaiblissement du liquide excitateur.

On supprime ces défauts avec les piles à écoulement dans lesquelles le liquide est renouvelé au fur à mesure qu'il s'épuise, et la circulation continue du liquide empêche en outre le dépôt de sulfate de zinc.

La pile du Dr Vincent, construite par la maison Ducrétet, est à un seul liquide renouvelable; les électrodes en zinc et charbon plongent dans une solution de bichromate. On relève les zinc au moyen d'un treuil, en dehors des périodes d'utilisation. Lorsque la pile fonctionne, on règle le renouvellement du liquide excitateur, suivant la durée de l'activité, et le débit demandé. Chaque addition nouvelle de liquide excitateur se superpose aux couches précédentes presque sans mélange, en même temps qu'une quantité égale de liquide usé qui se trouve au fond des vases, est éliminée dans l'ordre de sa densité, au moyen d'un siphon fixe.

Cette pile fournit un débit considérable, constant, réglable. La batterie une fois chargée de son liquide excitateur ne réclame plus aucun soin. Elle est toujours prête à être mise en activité et sa durée est illimitée, surtout si l'on s'en sert fréquemment. Les zincs dont l'usure est proportionnelle au travail demandé se remplacent très facilement. Le liquide excitateur ne donne lieu, à cause de sa faible concentration à aucun dépôt, à aucune cristallisation. Les lames de charbon se conservent d'une façon indéfinie.

B. — Piles thermo-électriques

Ces piles présentent une force électro-motrice faible, 0,02 volts environ par élément, et une résistance intérieure négligeable qui est toujours une

[1] Bordier. *Archives d'élect. méd.*, 1897, p. 23.

fraction d'ohm très petite; il suffit pour le comprendre de se rappeler que la résistance spécifique des métaux est toujours beaucoup plus petite que celle des liquides.

Ces machines constituent un moyen coûteux pour transformer directement l'énergie thermique en énergie électrique; leur rendement n'est que de 3 à 4 p. 100 du travail calorifique dépensé.

Elles peuvent être au besoin utilisées pour charger des accumulateurs.

Leur principe est le suivant : si on chauffe la soudure de deux métaux de nature différente, l'un représenté par du fer par exemple et l'autre par un alliage de bismuth et d'antimoine (pile Clamond), on obtient un courant électrique.

On groupe ces éléments en série; on chauffe les soudures de rang pair ou celles de rang impair, et suivant les métaux constituants et les soudures chauffées on a un courant allant des soudures chaudes aux froides, ou inversement.

La pile Clamond comprenant 6.000 éléments associés en série, chauffés au coke, donne une force électro-motrice de 109 volts.

On a construit des batteries plus perfectionnées de 66 éléments, donnant 4 volts, qui permettent de charger les accumulateurs disposés en série (Donath).

Qualités d'une bonne pile. — Les qualités d'une bonne pile doivent être : 1° une force électro-motrice élevée et constante; 2° une résistance intérieure faible et constante; 3° la consommation de substances d'un prix peu élevé; 4° pas d'usure à circuit ouvert; 5° surveillance et entretien faciles (Keignart).

Comme aucune des piles connues ne réunit toutes ces conditions à la fois, il faut choisir les éléments qui conviennent le mieux à l'application à laquelle on les destine, et au travail qu'on veut exécuter. C'est ce que nous avons tenté de faire pour la radiographie, en nous basant sur les résultats acquis par l'expérience et relatés par les auteurs.

Avantages et inconvénients pratiques des piles. — Les piles représentent un moyen de nécessité que l'on ne doit employer pour l'alimentation des bobines destinées à la production des rayons de Rœntgen que dans les circonstances où l'on ne peut utiliser le courant des dynamos ou faire recharger facilement des accumulateurs.

La plupart des types nécessitent une surveillance et un entretien constants, et le prix de revient de l'énergie électrique qu'elles fournissent est plus élevé qu'avec les autres générateurs dont nous allons nous occuper.

Association des éléments entre eux. — Ce que nous allons dire à propos des piles peut s'appliquer en partie aux accumulateurs, aux bobines plus ou moins nombreuses d'une dynamo et en général à tous les générateurs d'électricité qui sont constitués par l'association de plusieurs unités identiques.

Un seul élément de pile est en général insuffisant pour la plupart des

applications que l'on a en vue; aussi est-on généralement obligé d'accoupler plusieurs éléments, pour obtenir un courant possédant une plus grande force électro-motrice, ou une plus grande intensité.

Quand on relie ensemble plusieurs éléments identiques de pile A, B, C, de façon à ce que le pôle positif de l'un communique avec le pôle négatif de l'autre, comme l'indique la figure 7, on dit que les éléments sont réunis en *tension* ou en *série*. L'expérience démontre que, dans ce cas, la force électro-motrice augmente proportionnellement au nombre des éléments, ainsi que la résistance intérieure, ce que l'on exprime, d'après la loi d'Ohm. par la formule suivante :

$$I = \frac{nE}{nr + R}.$$

E représente la force électro-motrice totale d'un élément, n le nombre des éléments, r la résistance intérieure de chaque élément et R la résistance du circuit extérieur.

Dans le cas où la somme des résistances intérieures des éléments est négligeable par rapport à la résistance extérieure on a :

$$I = \frac{nE}{R}.$$

Si au contraire R est très petit, par rapport à la résistance intérieure, on a approximativement.

$$I = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}.$$

Dans ce dernier cas on obtient sensiblement le même effet, avec la série, qu'avec un seul élément, et il n'y a aucun avantage à réunir les éléments en tension.

Si, au lieu d'accoupler les éléments de cette façon, on relie d'un côté tous les pôles positifs et de l'autre tous les pôles négatifs des éléments, on

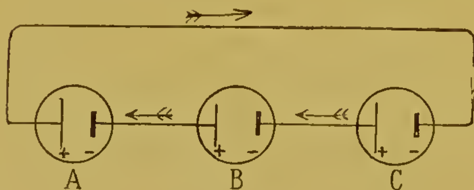


Fig. 7.

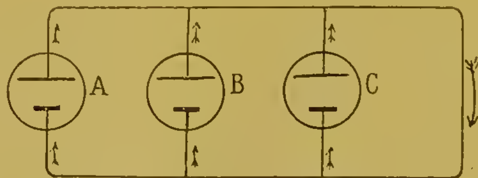


Fig. 8.

dit qu'ils sont réunis en *quantité* ou en *dérivation* et l'effet est différent (fig. 8). Comme le prouve l'expérience, le résultat est identique à celui que l'on obtiendrait en prenant un seul élément d'une surface n fois plus grande ; la résistance intérieure est n fois plus petite, mais la force électro-motrice ne varie pas et est égale à celle d'un seul élément. Dans ce cas la force électro-

motrice est égale à E et la résistance intérieure totale à $\frac{r}{n}$. On a donc :

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R} = \frac{nE}{r + nR},$$

Si R est suffisamment petit, pour que n R soit négligeable, on peut écrire :

$$I = \frac{nE}{r}$$

L'intensité dans ce dernier cas est proportionnelle au nombre des éléments associés en quantité.

Si au contraire R est très grand, il en résulte :

$$I = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R}.$$

ce qui indique qu'il n'y a aucun intérêt à mettre tous les éléments en quantité.

En résumé, *le groupement en quantité sera adopté, lorsque l'on voudra faire circuler un courant intense dans un conducteur peu résistant; au contraire, l'on aura recours au groupement en tension, pour faire passer le courant à travers un conducteur résistant.*

On peut combiner les deux modes de couplage précédents de façons variées, de manière à se placer dans les meilleures conditions pour atteindre le but que l'on se propose ; on réalise alors des *couplages mixtes* qui sont très nombreux.

Lorsque l'on a à associer des éléments de pile entre eux, il faut toujours se rappeler les deux règles suivantes :

a) *On obtient l'intensité maxima du courant, lorsque la résistance de la pile est égale à celle du circuit extérieur ;*

b) *On obtient l'intensité maxima, lorsque la différence de potentiel, aux bornes du circuit extérieur, est égale à la moitié de la force électro-motrice totale de la pile.*

On applique l'une ou l'autre de ces deux règles selon que l'on connaît la résistance du circuit extérieur, ou la différence de potentiel aux bornes de ce circuit.

Pour faire comprendre l'effet des combinaisons précédentes, le mieux est de recourir aux comparaisons hydrauliques qui sont d'un emploi si fréquent pour expliquer les lois du mouvement électrique ; elles ont l'avantage de traduire aux yeux les phénomènes qui se produisent. Toutefois il faut bien se dire que s'il y a analogie, il n'y a nullement identité entre les phénomènes électriques et les phénomènes hydrauliques, car dans le courant électrique il ne se produit pas, comme dans le courant liquide, transport de molécules matérielles d'un point à un autre.

Les phénomènes de tension et de quantité peuvent être représentés de la façon suivante :

Prenons trois vases A, B, C, disposés l'un par rapport à l'autre comme l'indiquent les figures 9 et 10, et dans chacun d'eux plaçons un piston de surface s sur lequel agira une force extérieure de puissance égale et de même sens.

La figure 9 représente le groupement en tension. Si sur les trois pistons à la fois nous exerçons par unité de surface une pression p, nous aurons en A une pression égale à 1 p, en B elle sera égale à 2 p et en C à 3 p ; cette pression de 3 p se retrouvera en un point quelconque du tuyau de sortie T.

Avec la disposition de la figure 10 qui représente le groupement en quantité, les trois pistons progressant en même temps produiront une pression uniforme et égale à un p dans chacun des vases A, B, C et dans le tuyau T.

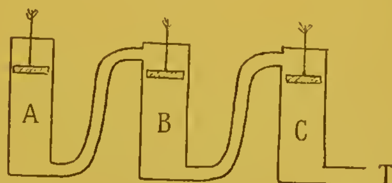


Fig. 9.

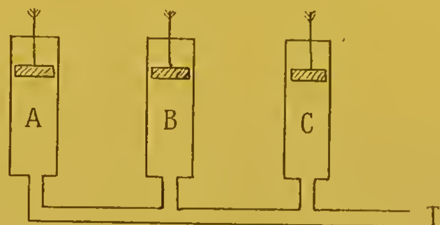


Fig. 10.

Si nous faisons parcourir aux pistons la même course c, le travail produit sera $3\,p \times (sc)$ dans le premier cas, et $3\,(sc) \times p$ dans le second.

Avec la première disposition, comme le font remarquer Cadiat et Dubost, c'est la pression qui est multipliée par le nombre des pistons ; avec la seconde disposition, c'est la surface. Il y a là quelque chose d'analogue à ce qu'on appelle tension et quantité dans les batteries de piles.

§ 3. — Machines dynamiques

Ce sont des machines destinées à transformer l'énergie mécanique en énergie électrique. Leur construction est basée sur l'emploi des courants d'induction découverts par Faraday en 1831.

Ces machines se divisent en deux catégories : *magnéto-électriques* et *dynamo-électriques*. Dans les premières l'inducteur est représenté par un aimant qui se comporte, ainsi que l'a démontré Ampère, comme le solénoïde ou la bobine qui entre dans la constitution des dernières.

Nous n'envisagerons que les machines dynamo-électriques ou simplement *dynamos*, les seules qui soient d'usage courant actuellement. Toutefois, avant d'étudier le principe de ces machines, nous devons faire une courte excursion dans le domaine de l'électro-magnétisme, en retenant les notions qui présentent pour nous un intérêt pratique.

Électro-aimants. — Si l'on enroule un fil conducteur en une hélice, sur une tige de fer, on obtient une bobine d'un nombre de tours plus ou moins

grand. Fait-on passer un courant électrique dans le fil (fig. 11), la tige de fer, pendant tout le temps de passage du courant est capable de soulever des morceaux de fer qui se détachent dès que le courant est interrompu. On produit ainsi, au moyen du courant électrique, un véritable aimant

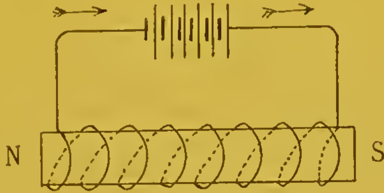


Fig. 11.

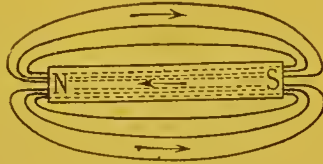


Fig. 12.

intermittent, l'*électro-aimant* qui fournit, à volume et à poids égaux, un *champ magnétique* beaucoup plus intense que l'aimant permanent. On démontre la réalité du champ magnétique, dans l'espace qui entoure les aimants, par la production des *fantômes magnétiques*.

Champ magnétique. — La région du champ magnétique est sillonnée de filets immatériels appelés *lignes de force*.

La direction et l'étendue de ces lignes de force peuvent être étudiées facilement sur les fantômes magnétiques ; on les voit décrire à travers l'air des courbes plus ou moins surbaissées réunissant les deux pôles de l'aimant. On admet qu'elles se dirigent du pôle nord au pôle sud à l'extérieur de l'aimant et du pôle sud au pôle nord à son intérieur (fig. 12). On a ainsi un circuit fermé auquel on a donné le nom de *circuit magnétique* par analogie avec le circuit électrique, et tout naturellement on a été amené à invoquer une *force magnéto-motrice,* cause du *flux magnétique*, comme la force électro-motrice est la cause du courant ou flux électrique. En outre, par les notions de *résistance* et de *perméabilité magnétiques* on continue le parallèle avec les phénomènes électriques.

Manière de reconnaître les pôles d'un électro-aimant. — Dans un électro-aimant le pôle sud se trouve à l'extrémité de la bobine où un observateur placé à l'extérieur et sur l'axe verrait le courant circuler dans le fil suivant le sens du mouvement des aiguilles d'une montre (fig. 11).

Production des courants induits par le déplacement d'un circuit fermé dans un champ magnétique. — Il résulte des lois de Faraday que si l'on fait mouvoir un circuit fermé dans le champ magnétique d'un aimant, ou d'un électro-aimant, il se produit dans le circuit des courants électriques dits *induits*, que l'on peut constater en intercalant un galvanomètre dans son parcours.

Toutefois pour que le conducteur devienne le siège d'une force électro-motrice et soit traversé par un courant, il faut qu'il se déplace dans un sens

perpendiculaire aux lignes de force du champ magnétique, de manière à ce qu'il coupe les lignes de force révélées par le fantôme magnétique. Pour couper les lignes de force qui opposent de la résistance au passage du conducteur, il faut le pousser, en dépensant une certaine quantité d'énergie mécanique qui est transformée immédiatement en énergie électrique dans le circuit fermé. Si le circuit auquel appartient le conducteur est ouvert, on n'éprouve aucune résistance à son passage, mais on constate qu'il n'est alors le siège d'aucun courant électrique.

D'autre part l'énergie électrique produite dépendra de plusieurs facteurs, tels que l'intensité du champ magnétique, la vitesse de déplacement du conducteur, sa longueur, sa résistance. Pour obtenir un champ magnétique intense, nous aurons recours à un aimant ou à un électro-aimant en fer à cheval ; les pôles nord et sud étant rapprochés, les lignes de force se trouvent resserrées, condensées en quelque sorte entre ces pôles. Soit deux *masses polaires* NS, appartenant à un puissant électro-aimant en fer à cheval, disposées en regard et à une faible distance l'une de l'autre (fig. 13) ; si nous déplaçons dans le champ magnétique produit, perpendiculairement aux lignes de force, un conducteur AB fermé sur un galvanomètre, l'aiguille se mettra en mouvement et nous indiquera l'existence d'un courant, tant que le conducteur coupera des lignes de force.

Nature des courants induits produits par le déplacement d'un conducteur. — Ces courants sont instantanés et de faible durée ; ils se développent au

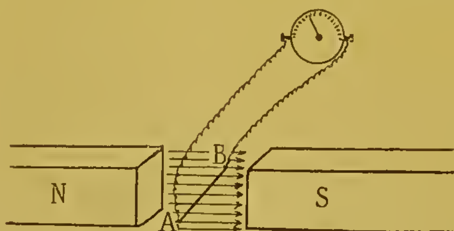


Fig. 13.

moment de l'augmentation ou de la diminution du flux magnétique agissant sur la spire induite.

Pour produire les variations du flux magnétique agissant, nous pouvons, ou bien faire varier l'intensité du champ magnétique, la spire restant immobile dans le champ, ou bien déplacer la spire dans le champ, de façon à faire varier le nombre des lignes de force qu'elle coupe à chaque instant, comme dans l'expérience précédente (fig. 13), ce qui amène une variation du *flux embrassé*.

En cas d'augmentation du flux embrassé, le courant sera d'un certain sens, et en cas de diminution il sera de sens inverse ; autrement dit on obtiendra ainsi des *courants alternatifs* dont il nous faut maintenant apprendre à connaître le sens exact.

Sens des courants induits. — Bien des règles mnémotechniques ont été indiquées pour le retenir.

L'une d'elles peut s'énoncer de la façon suivante : supposons un observateur couché sur la spire fermée, de façon que le mouvement de translation de celle-ci ait lieu vers sa droite. Le courant induit entrera par les pieds et sortira par la tête, si cet observateur se trouve tourné vers la direction positive des lignes de force, cette direction étant prise du pôle Nord vers le pôle Sud : il entrera par la tête, s'il regarde dans la direction négative. (fig. 14).

La règle du tire-bouchon de Maxwell est peut-être plus simple. Imaginons,

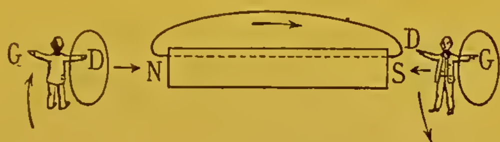


Fig. 14.

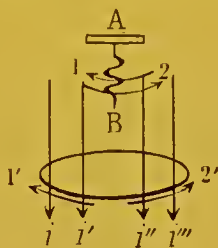


Fig. 15.

dit Paul Janet, un tire-bouchon A B (fig. 15) parallèle aux lignes d'induction i, i', i'', i''' et qui s'avance en tournant le long de ces lignes ; appelons *sens positif* le sens dans lequel il faut le faire tourner, pour lui donner ce double mouvement (flèche 1) et *sens négatif* le sens inverse (flèche 2). Lorsque le flux *diminue*, le courant induit a lieu dans le sens *positif* (flèche 1′) ; lorsque le flux *augmente*, le courant a lieu dans le *sens négatif* (flèche 2′).

Cet énoncé n'est que la conséquence de la *loi de Lenz*, qui est la loi la plus générale des courants induits : *le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose au déplacement relatif du circuit induit et de l'aimant ou du courant inducteur*. Si l'on se rappelle, dit Colson, que deux courants parallèles s'attirent quand ils sont de même sens et se repoussent quand ils sont de sens contraires, on trouvera facilement dans chaque cas, le sens du courant induit, en appliquant la loi de Lenz. Si nous prenons par exemple la spire de droite (fig. 14) qui s'*approche* du pôle Sud de l'aimant, le courant induit développé dans la spire devra être tel qu'il *repousse* ce pôle, et sera par conséquent de *sens contraire* aux courants particulaires de celui-ci.

Schéma hydraulique des courants d'induction. — Plaçons en regard, et à une faible distance l'une de l'autre, deux demi-sphères métalliques creuses N S, représentant les deux masses polaires de l'aimant ou de l'électro-aimant considéré précédemment ; la demi-sphère S sera ouverte en forme de cloche et l'autre N fermée par une paroi métallique percée, en pomme d'arrosoir, de trous d'autant moins nombreux qu'on se rapproche davantage de la périphérie du cercle. Branchons ces demi-sphères sur deux tuyaux de diamètre égal AB, venant se raccorder, après un certain trajet, avec un tuyau unique C formant un corps de pompe dans lequel se meut un piston P. A l'orifice des

branchements, existent deux soupapes ss' ; la soupape s est disposée de façon à s'ouvrir, en se relevant vers N, quand le piston monte et fait du refoulement; s' au contraire fermée pendant ce temps s'ouvre vers C, quand le piston descend et aspire.

L'appareil étant rempli d'eau, nous pouvons ainsi par le jeu de la pompe produire, à travers la pomme d'arrosoir N, une gerbe de jets, plus dense au centre qu'à la périphérie, qui se dirigeront vers S, où il seront collectés et ramenés dans le corps de pompe au moment de l'aspiration.

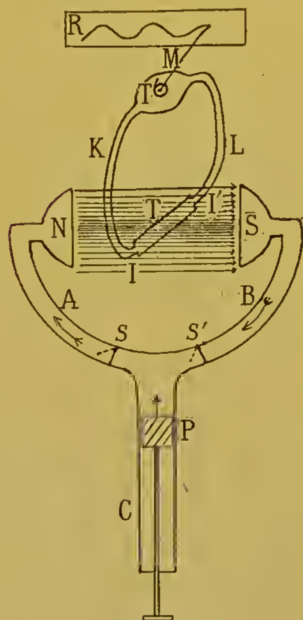


Fig. 16.

Utilisons d'autre part un circuit hydraulique fermé constitué par un tambour métallique allongé T, dont une paroi, celle qui regarde du côté de N est formée par une membrane en caoutchouc ; le tambour T communique par ses deux extrémités II' avec deux tubes métalliques KL, sur le parcours desquels se trouve intercalé un tambour cylindrique aplati de Marey T', fermé sur l'une de ses faces par une membrane en caoutchouc sur laquelle s'appuie une plume mobile M, venant par son extrémité libre inscrire, sur un cylindre enregistreur R, les mouvements qui lui sont communiqués. A l'union du tambour T et des tubes KL se trouvent également deux soupapes s'ouvrant, par exemple celle de l'extrémité I vers K, et celle de l'extrémité I' vers L. Tambours T et T' et tubes K L sont remplis d'eau en légère tension.

Tel est l'appareil schématique (fig. 16) que nous allons utiliser ; nous le supposerons construit de façon à pouvoir fonctionner convenablement.

Lorsque le tambour T est en dehors des lignes de forces matérielles constituant la gerbe d'eau qui jaillit entre N et S, la plume M reste immobile. Au moment ou T va au contraire rencontrer les lignes de force périphériques de la gerbe, en les coupant perpendiculairement, une partie de l'eau contenue dans T, sous l'influence de la dépression de la membrane en caoutchouc, passera, en soulevant la soupape I, dans le tube K et le tambour T' ; la membrane de caoutchouc de ce tambour T' sera distendue, bombera vers l'extérieur et soulèvera la plume M. La tension de la membrane et le soulèvement de la plume augmenteront tant que le tambour T coupera des lignes de force de plus en plus serrées, et il en sera ainsi jusqu'au centre de la gerbe liquide NS. Une fois le centre de la gerbe franchi, le tambour T continuant à descendre coupera des lignes de force moins serrées, moins nombreuses. Que va-t-il se passer? Exactement ce qui se passe avec le conducteur métallique traversant de la même façon les lignes de force d'un champ magnétique, c'est-à-dire que le courant va changer de sens. La membrane élastique du tambour T étant moins déprimée par les filets aqueux qui sont moins denses, va pouvoir se redresser un peu ; mais il résulte immédiatement

de ce fait un appel dans la cavité du tambour. Le liquide qui y rentrera ne pourra passer que par la soupape l', s'écoulant du tambour T' par le tube L. Pendant ce temps la tension de la membrane du tambour T' diminue et la plume trace sur le cylindre enregistreur une courbe descendante, indiquant un courant inverse.

Au moment où le tambour T continuant à descendre sortira complètement du champ constitué par les lignes de forces hydriques, l'appareil reprendra l'état d'équilibre qu'il avait au début de l'expérience et la plume restera immobile.

Une fois que le tambour T est arrivé dans la concavité du fer à cheval, faisons-lui parcourir un chemin inverse à travers les lignes de force, nous aurons à nouveau une ascension du stylet dans la première partie du parcours du champ hydraulique, qui sera la partie inférieure cette fois, puis une descente dans la seconde partie et ainsi de suite. Nous obtiendrons finalement, par ce va-et-vient du tambour T, l'inscription d'un courant alternatif sur le cylindre enregistreur.

Par cette expérience hydraulique, nous n'avons pas la prétention de reproduire exactement ce qui se passe dans le conducteur métallique fermé parcourant un champ magnétique ; nous avons simplement voulu montrer d'une façon matérielle que l'obstacle opposé à la progression du conducteur provient de la nécessité de couper des lignes de force ; que cet obstacle est d'autant plus grand que les lignes de force sont plus serrées ; que le courant induit produit dans le circuit fermé a une puissance en rapport avec la densité des lignes de force coupées ; que l'on peut expliquer d'une manière sensible aux yeux la production des courants alternatifs, mais il ne faut pas oublier que dans le circuit métallique se déplaçant dans un champ magnétique l'inversion du courant se produit autrement que dans le schéma hydraulique.

A. — Dynamos a courants continus

Avec ces machines on se propose d'obtenir des courants électriques très puissants, en faisant déplacer *très vite* des conducteurs métalliques *très longs*, dans des champs magnétiques *très intenses*.

On démontre et nous savons que plus le conducteur se déplacera rapidement à travers le champ, plus le nombre des lignes de force coupées à chaque instant sera grand, plus le flux embrassé variera et comme conséquence plus la force électro-motrice induite dans le circuit sera considérable. Nous pourrions songer à imprimer au conducteur AB de la figure 13 un rapide *mouvement linéaire de va-et-vient* dans le sens vertical, ou bien un *mouvement oscillatoire* accéléré dans le même sens, mais cela ne serait pas suffisant, et pour obtenir le maximum de vitesse nous devons recourir au *mouvement circulaire*.

Le conducteur coupant d'autant plus de ligne de force, ou embrassant d'autant plus de flux, qu'il est plus long, il faut trouver un moyen de le rendre aussi long que possible, tout en lui permettant de se mouvoir exclu-

sivement dans la partie la plus intense du champ qui occupe un espace assez restreint; sans quoi les extrémités débordantes du conducteur parcourraient des régions où les lignes de force sont très clairsemées et seraient plus nuisibles qu'utiles, puisqu'elles ne serviraient qu'à augmenter la résistance du circuit. On a trouvé la solution juste en proposant de ramasser tout le conducteur sous forme de *bobines* plongées dans la partie la plus intense du champ.

Les champs magnétiques très intenses s'obtiendront par l'emploi des *électro-aimants*, comme nous l'avons déjà dit précédemment.

Appliquons les notions ci-dessus et voyons ce qui va en résulter.

Description de l'anneau de Gramme. — Dans un champ magnétique uniforme que nous supposerons engendré par deux masses polaires NS (fig. 17),

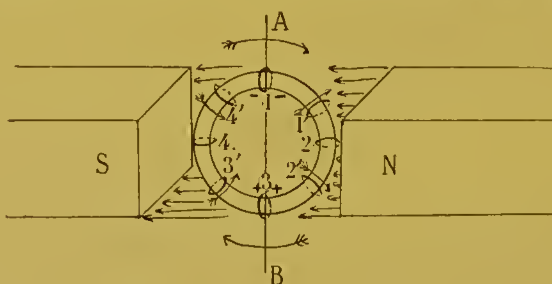


Fig. 17.

faisons tourner autour d'un axe antéro-postérieur, et de gauche à droite, un anneau de bois.

Cherchons à nous rendre compte de la manière dont variera la force électro-motrice induite, et quel sera le sens du courant induit, dans une portion de spire conductrice enroulée autour de l'anneau et tournant à vitesse constante dans le champ magnétique.

La *force électro-motrice* induite dans cette spire dépend à chaque instant de la variation du flux magnétique embrassé. Or la variation du flux traversant la spire est loin d'être uniforme, malgré que la spire se déplace d'une manière uniforme.

Lorsqu'elle est en 1, le flux qui la traverse atteint sa valeur maxima ; mais comme dans cette position elle se déplace à peu près parallèlement aux lignes de force, le nombre de celles qui sont embrassées reste sensiblement le même, il y a peu de variation de flux, donc force électro-motrice presque nulle en cette région.

En allant de 1 en 2 son obliquité augmente progressivement et le nombre des lignes de force coupées diminue à mesure qu'elle avance vers 2, point où le flux embrassé est nul ; à ce moment la force électro-motrice est maxima, car pour aller de 1 à 2, il y a eu variation rapide du nombre des lignes de force coupées et par suite du flux embrassé.

Dans le trajet de 2 en 3, il y a au contraire augmentation progressive du nombre des lignes de force coupées et le flux embrassé se trouve au maxi-

mum en 3 où la spire va se déplacer parallèlement aux lignes de force pendant un certain temps, comme en 1.

De 1 en 2 le flux diminuait; de 2 en 3 il augmente, par conséquent pendant l'un et l'autre trajet il se produit un courant induit dans la spire, une force électro-motrice qui nulle en 1, était devenue progressivement maxima en 2, pour diminuer ensuite à partir de 2 et redevenir nulle en 3.

Les mêmes phénomènes se reproduiront dans la moitié gauche de l'anneau; à partir de 3 la force électro-motrice ira en augmentant jusqu'à 4, où elle sera maxima, puis à partir de 4 elle diminuera pour devenir à nouveau nulle en 1.

Le *sens du courant* dans la spire pendant tout son parcours nous sera donné par la règle d'Ampère, ou plus simplement par celle du tire-bouchon de Maxwell. De 1 en 2 le flux diminue, le courant induit est positif comme l'indique la flèche 1′; de 2 en 3 le flux augmente, le courant induit est négatif (flèche 2′); de 3 en 4 il diminue, donc courant induit positif (flèche 3′); de 4 en 1 il augmente et la flèche 4′, montre que le courant est négatif dans la spire.

En résumé la portion de spire est parcourue par un courant de même sens, pendant toute sa demi-révolution droite, et par un courant de sens contraire pendant sa demi-révolution gauche.

L'*intensité du courant* induit varie suivant la distance de la spire aux pôles; elle atteint son maximum sur la ligne NS, tandis qu'elle est nulle dans le plan perpendiculaire mené par AB qui a reçu le nom de *ligne neutre* ou *zone neutre* ou *ligne de commutation*,

Si maintenant, au lieu de considérer une spire unique, nous garnissons toute la circonférence de l'anneau de spires semblables reliées les unes aux autres, toutes celles qui seront à droite de la ligne AB, à un moment donné, seront le siège de courants induits de même sens qui s'ajouteront, puisque les spires sont réunies en tension; le courant résultant sera égal en tant que force électro-motrice, à la somme des courants de chaque spire, et aura son pôle positif en B (fig. 17).

De même les différentes spires couvrant la moitié de l'anneau qui se trouvera à gauche de la ligne neutre, seront aussi parcourues par un courant égal à la somme des courants induits dans chacune d'elles. Ce courant inverse du précédent aura son pôle positif également en B.

Notre anneau représente par conséquent deux sources de force électro-motrice constantes et égales entre elles, reliées en A et B par leurs pôles de même nom (fig. 18); il est comparable à deux éléments de pile réunis en quantité par leurs pôles de même nom aux points *a* et *b* (fig. 19). Les deux éléments de pile se font équilibre et ne produisent aucun courant, si l'on réunit simplement leurs pôles de même nom, tandis qu'ils associent leur action lorsqu'on réunit par un circuit extérieur les points *a* et *b*.

Il en est de même si on réunit les points A et B de l'anneau par un conducteur extérieur; les deux sources fonctionnent comme deux piles montées en quantité et envoient chacune dans le circuit une moitié du courant

total, avec une tension correspondant à la force électro-motrice continue et constante développée dans chaque moitié de l'anneau.

Mais comment fera-t-on pratiquement pour relier au conducteur extérieur les deux points A et B de l'anneau qui tourne à une vitesse plus ou moins grande ? Il faut tout d'abord que les deux points A et B soient fixes dans l'espace ; il ne s'agit donc pas de relier par un conducteur extérieur les deux points A et B qui répondent aux extrémités de la ligne neutre lors-

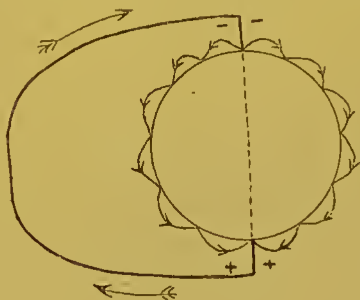


Fig. 18.

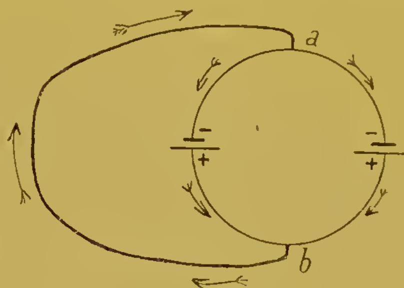


Fig. 19.

que l'anneau est au repos, puisque, pendant la rotation, chaque segment de la spire qui garnit l'anneau prend la polarité correspondant au point où elle passe. Il nous suffira de placer en A et B des frotteurs métalliques élastiques, des *balais* qui fermeront le circuit extérieur sur l'anneau. Nous arri-

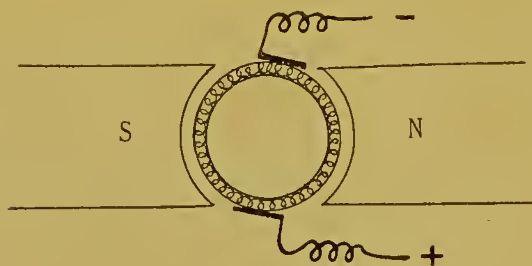


Fig. 20.

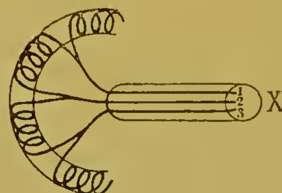


Fig. 21.

verons à ce résultat en dénudant le fil bobiné sur l'anneau, en un point de sa circonférence extérieure, sans que les spires consécutives soient en contact métallique ; c'est la disposition adoptée pour certaines dynamos de la *société alsacienne* (fig. 20).

Ce procédé a un inconvénient, car le frottement des balais finit par user et couper les fils ; il est préférable d'utiliser le *collecteur de Gramme* (fig. 21) pour recueillir les courants d'une façon un peu indirecte.

Le fil qui recouvre l'anneau est réparti de façon à former des bobines distinctes réunies en tension, le bout terminal de l'une étant réuni au bout initial de la suivante. Sur l'arbre de rotation X qui supporte l'anneau se trouvent une série de lames de cuivre 1, 2, 3, etc. incrustées dans le cylindre et isolées électriquement. Les lames, en nombre égal à celui des bobines reçoivent chacune le bout commençant et le bout finissant du fil de deux

bobines voisines. Le courant des bobines est ainsi transmis aux lames du collecteur sur lequel nous n'aurons qu'à faire frotter les balais, en position convenable, pour le recueillir.

Calage des balais. — L'anneau sur lequel se trouve enroulé le fil constituant les bobines étant en fer doux et non en bois, comme nous l'avons supposé précédemment, pour ne pas compliquer l'étude des phénomènes qui se produisent, la théorie et la pratique ont montré que les balais ne devaient pas frotter sur des points du collecteur correspondant exactement aux extrémités A et B de la ligne neutre de l'anneau, mais légèrement en avant de cette position, dans le sens du mouvement, d'autant plus en avant que le débit électrique est plus grand. Nous verrons ultérieurement la raison de ce fait.

En pratique, il faut caler les balais dans la position où il se produit le moins d'étincelles entre eux et le collecteur.

Sens du courant. — Il est nécessaire pour la charge des accumulateurs, ou l'alimentation directe du tube de Crookes, de reconnaître les pôles de la dynamo qui varient suivant le sens de rotation de l'induit. Pour cela on relie chacun des balais à une lame métallique de fer, zinc ou plomb et on plonge les deux lames dans une solution de sulfate de cuivre. Pendant le passage du courant, le cuivre viendra se déposer sur la lame qui est en connexion avec le balai négatif.

Il est plus simple d'employer le papier chercheur de pôles, dont nous parlerons dans la suite.

Notions sur la construction et le fonctionnement des dynamos à courants continus. — Une dynamo comprend deux parties essentielles : *un inducteur* et *un induit*, le premier fixe et le second mobile.

L'inducteur n'est autre qu'un électro-aimant, en forme de fer à cheval, à branches courtes et trapues terminées par deux *épanouissements polaires* en forme de mâchoires rapprochées l'une de l'autre et laissant tout juste entre elles la place nécessaire pour y loger l'anneau de l'induit; entre les mâchoires et l'anneau, il ne doit exister que le petit intervalle ou *entrefer* suffisant pour le jeu de l'anneau qui doit être parfaitement centré. La réduction de l'entrefer a pour but d'amener au minimum la couche d'air interposée entre l'anneau et les mâchoires, l'air étant comparativement au fer, peu perméable aux lignes de force, s'il était en couche épaisse la résistance magnétique ou *reluctance* augmenterait et l'intensité du champ magnétique serait affaiblie.

Pour produire le champ inducteur, il faut exciter l'électro-aimant en y faisant passer un courant. On réalise cette excitation de différentes manières.

On peut envoyer dans le fil de l'électro-aimant le courant fourni par une source auxiliaire (pile, accumulateurs, petite dynamo); c'est l'*excitation* dite *séparée* ou *indépendante*.

La source auxiliaire ayant des inconvénients, on a bientôt songé à prélever, par dérivation, une partie du courant fourni par la machine, à faire en un mot de l'*auto-excitation*. Cette auto-excitation est possible, grâce au *magnétisme rémanent* qui est une des manifestations de l'*hystérésis*. En vertu de son hystérésis, le fer qui a été soumis à l'action d'un champ magnétique reste toujours aimanté partiellement, lorsque le champ disparaît.

Les machines auto-excitatrices comprennent plusieurs variétés : dynamos *en série*, dynamos *en dérivation* ou dynamos *shunt* et dynamos *compound* : cette dernière réalise la combinaison des deux types précédents.

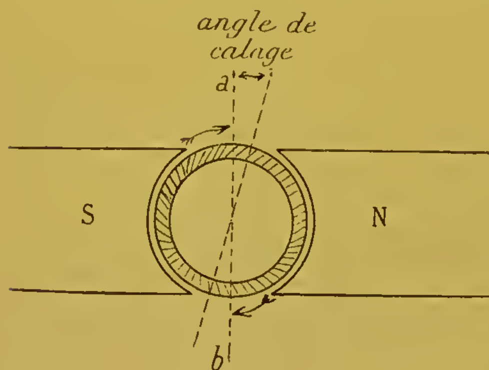


Fig. 22.

Les dynamos shunt sont celles qui conviennent le mieux pour les installations radiographiques, soit que l'on utilise le courant pour la charge des accumulateurs, ou pour alimenter directement le tube de Crookes.

L'induit peut être *en anneau* (genre Gramme) ou *en tambour* (genre Siemens).

L'aspect extérieur de ces deux enroulements est tout différent, mais les phénomènes d'induction magnétique se produisent sensiblement de la même manière dans l'un et dans l'autre, lorsqu'ils sont en rotation dans le champ inducteur.

L'anneau de l'induit doit être constitué par des disques de tôle mince isolés par du papier, ou bien par des fils de fer vernis ; cette fragmentation de la couronne a pour but d'éviter la production des *courants de Foucault* qui représentent pour les dynamos l'attaque à circuit ouvert du zinc des piles. Ces courants de Foucault qui se produiraient dans un anneau en fer massif, ont l'inconvénient de chauffer l'induit, de brûler les fils, d'absorber en pure perte une partie de l'énergie et de diminuer le rendement de la machine.

On emploie le fer disposé comme nous l'avons indiqué, pour la constitution de l'anneau, et non le bois, comme nous l'avons supposé tout d'abord parce que dans leur trajet du pôle nord au pôle sud de l'électro-aimant, les lignes de force trouvent dans le fer un chemin très facile, grâce à la grande perméabilité magnétique qu'il présente ; on augmente ainsi l'intensité du champ.

Nous avons étudié précédemment l'action des pôles inducteurs de l'électro-aimant, ou du champ magnétique qu'ils engendrent, sur les bobines du fil enroulé sur l'anneau de fer doux ; mais il faut remarquer que les différentes sections de cet anneau de fer doux s'aimantent en passant devant les pôles inducteurs et se désaimantent après les avoir dépassés. Nous aurons par conséquent sur l'anneau lui-même deux pôles opposés et de noms contraires aux pôles inducteurs et fixes dans l'espace et perpendiculaire à

ces deux pôles une *ligne neutre a b* (fig. 22). Mais outre cette *aimantation principale* qui est communiquée à l'*armature* de l'induit par les inducteurs, le courant qui circule dans les spires de l'induit produit également une aimantation du noyau de fer autour duquel il circule; cette aimantation plus faible est appelée par Paul Janet *aimantation secondaire*. Ces deux aimantations en se superposant produisent une *aimantation résultante* qui a pour effet d'incliner la ligne du maximum du flux ou ligne neutre dans le sens de rotation de l'anneau, ce qui nécessite le *décalage des balais*.

Lois de l'action des dynamos. — Ces machines employées comme générateurs d'électricité sont soumises aux lois suivantes qui sont la reproduction des lois générales de l'induction :

1° La force électro-motrice induite est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique ;

2° Elle est en rapport direct avec la longueur du fil des bobines induites ;

3° Elle augmente avec la vitesse de rotation.

L'emploi des machines dynamo-électriques est plus compliqué en général que celui des piles et des accumulateurs. Cela tient à ce que la force électro-motrice des dynamos n'est pas constante, mais varie avec le débit de la machine.

Moteurs fournissant l'énergie mécanique aux dynamos. — Les dynamos constituant des machines destinées à transformer d'une façon régulière et continue l'énergie mécanique en énergie électrique, nous devons nous demander quels sont les moyens d'obtenir cette énergie régulière et continue qui fera tourner l'induit dans le champ magnétique.

Pour actionner les petites dynamos, on a utilisé l'*énergie humaine*. Avec la main ou le pied agissant par l'intermédiaire d'une manivelle ou d'une pédale on n'obtient pas un mouvement très régulier et en outre l'effort dépensé fatigue vite le manœuvre.

La mise en mouvement de l'induit au moyen de la roue motrice d'une bicyclette légèrement soulevée de terre est déjà plus avantageuse ; c'est ainsi que procédaient les Anglais pour recharger leurs accumulateurs, pendant la campagne du Soudan. La puissance développée dans ce cas peut atteindre et dépasser 10 kilogrammètres par seconde, avec un bicycliste entraîné ; or 10 kilogrammètres par seconde, cela fait 100 watts, soit 1/8 de cheval-vapeur.

Un autre moyen consiste dans l'emploi des moteurs mécaniques : les turbines atmosphériques ou hydrauliques, ou mieux encore les moteurs à vapeur, à gaz, à pétrole, ou à alcool.

Rendement des dynamos. — La dynamo ne restitue pas intégralement en énergie électrique toute l'énergie mécanique qui lui est fournie par le moteur.

Une partie de cette énergie est transformée en chaleur, par frottement

de l'axe de l'induit sur les paliers, production de courants de Foucault, hystérésis, résistance des fils de l'inducteur et de l'induit, etc. ; c'est une application du principe de la *dégradation de l'énergie*.

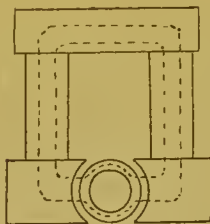
Le rendement industriel qui donne le rapport du travail électrique utile disponible aux bornes, au travail mécanique total dépensé sur l'arbre et mesuré au frein de Prony, varie de 90 à 95 pour 100 dans les bonnes machines.

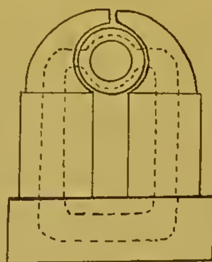
Quelques types de machines à courants continus. — Quoique les dynamos que l'on trouve dans le commerce soient très variables d'aspect, elles ne sont cependant que le décalque de quelques types caractéristiques, plus ou moins modifiés dans leurs formes, basés toujours sur les mêmes principes et présentant des différences de fonctionnement insignifiantes.

Les dynamos sont *bipolaires*, ou *multipolaires*.

a) Machines bipolaires. — Les inducteurs des machines bipolaires peuvent affecter un grand nombre de formes variées. On peut avec Paul Janet les partager en deux classes :

1° Les *inducteurs à flux dyssymétriques* qui comprennent deux types :


Fig. 23.


Fig. 24.

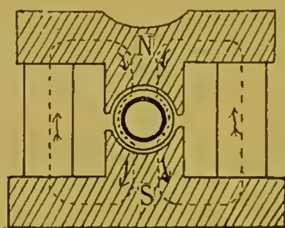


Fig. 25.

a) *type inférieur* (fig. 23) (machine Edison) ; b) *type supérieur* (fig. 24) machine Gramme).

Dans le type inférieur, les lignes de force qui tendent toujours à suivre le chemin le moins résistant sont plus serrées vers le haut de l'induit que vers le bas ; cette dyssymétrie du flux nécessite l'emploi d'un induit en tambour.

Dans le type supérieur, on cherche à corriger la dyssymétrie du flux en prolongeant vers le haut les pièces polaires, de manière à diminuer la résistance magnétique dans cette région.

2° Les *inducteurs à flux symétrique ou à pôles conséquents de Bréguet*. — Dans ce modèle (fig. 25) il n'y a toujours que deux pôles, bien qu'il y ait en réalité deux circuits magnétiques différents. Comme le fait remarquer Claude, les deux parties de l'inducteur sont montées l'une par rapport à l'autre *en opposition*, comme deux piles en quantité ; et elles envoient chacune leur flux dans l'induit. La machine Gramme, type d'atelier représente le modèle historique du genre.

Les formes actuelles appartiennent au type Manchester (Hillairet, Bréguet, etc).

b) Machines multipolaires. — Si l'on veut disposer d'une dynamo un peu puissante, on est obligé d'adopter les types multipolaires. Les pôles toujours pairs seront au nombre de 4, 6, 8, 10, etc., disposés en couronne autour de l'induit et alternés.

Dans une machine à quatre pôles par exemple, le flux magnétique circule dans l'induit de la façon indiquée par la figure 26.

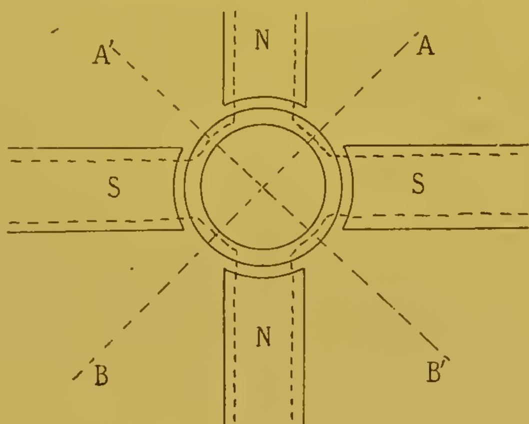


Fig. 26.

Il y a deux lignes neutres AB et A'B', d'où il résulte que la force électromotrice d'une spire de l'anneau s'inverse quatre fois, à chaque révolution, au lieu de deux fois, comme dans les machines bipolaires.

A égalité de vitesse et d'intensité de champ magnétique, on produit avec une machine à quatre pôles une force électro-motrice deux fois plus grande qu'avec la machine à deux pôles; par conséquent en tournant deux fois moins vite, elle pourra donner la même force électromotrice que la machine à deux pôles. Avec les machines à 6, 8, 10 pôles, on peut tourner 3, 4, 5 fois moins vite.

Il faut nécessairement autant de paires de balais que de paires de pôles; toutefois on peut n'avoir que deux balais disposés à angle droit et supprimer les autres, en modifiant les connexions des bobines de l'anneau de Gramme avec les lames du collecteur.

Si l'on a plusieurs balais, ceux qui présentent la même polarité seront reliés métalliquement ensemble et constitueront l'un des pôles de la machine, l'autre pôle étant formé par la réunion des balais de polarité opposée.

B. — Dynamos a courants alternatifs simples

Les piles, les accumulateurs, les dynamos à courants continus nous fournissent des courants *constants* ou sensiblement constants. Les générateurs que nous allons envisager maintenant donnent au contraire des courants

variables, périodiquement renversés, des courants *alternatifs*, comme on les appelle. Pour cette raison les machines productrices s'appellent encore tout simplement des *alternateurs*.

Pour figurer graphiquement le courant alternatif, on porte sur un axe horizontal le *temps* et sur un axe vertical l'*intensité* du courant (fig. 27). La partie AB de la courbe constitue une *période* du courant; le nombre des périodes par seconde représente la *fréquence* du courant.

Lorsque les deux demi-périodes, la positive située au-dessus de la ligne des abscisses et la négative placée au-dessous, sont égales et forment une courbe régulière correspondant à une intensité variant avec le temps, suivant la loi de l'élongation d'un pendule, on a un courant alternatif *sinusoïdal*.

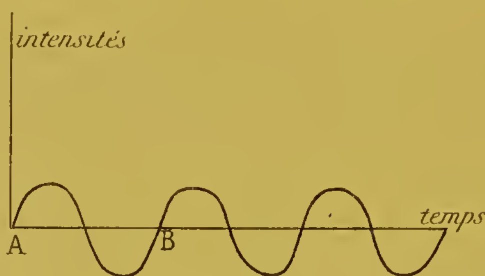


Fig. 27.

Nous avons vu que dans la bobine induite des machines à courant continu tournant dans un champ magnétique, la force électromotrice change périodiquement de sens. Dans un tour complet de l'anneau cette variation a lieu deux fois, à chaque traversée de la ligne neutre. Il suffira par conséquent de relier les deux extrémités de la ligne neutre à deux bagues isolées sur l'arbre de rotation, pour recueillir au moyen de deux frotteurs un courant alternatif qui changera périodiquement de sens, et ce changement se fera deux fois par tour dans le cas présent.

Pour augmenter le rendement on a été obligé de multiplier le nombre des bobines, car une seule bobine donnerait des courants induits alternatifs de force insuffisante.

Les alternateurs, comme les machines à courant continu, se composent de deux parties essentielles : l'inducteur et l'induit.

Structure générale et fonctionnement d'un alternateur à inducteur fixe et induit mobile. — L'inducteur se compose d'une double série de bobines, en nombre pair, à noyau de fer ou de fonte, disposées sur deux circonférences en regard, de telle façon que les pôles qui se font face soient alternativement de noms contraires (fig. 28).

Les lignes de force de deux champs magnétiques successifs ayant ainsi des directions opposées, il en résulte que les courants induits engendrés sont de sens contraire dans deux bobines successives.

Les bobines induites sont mobiles entre les bobines inductrices et leur nombre est égal à celui des paires de ces dernières.

Les schémas suivants, empruntés à Paul Janet montrent quel est le sens des courants produits dans les différentes bobines, à un moment donné de leur rotation.

Si l'induit tourne de gauche à droite, dans le sens des flèches 1 et 2 (fig. 29), les pôles indiqués sur la figure étant ceux des bobines inductrices de la couronne postérieure opposés aux pôles de nom contraire des bobines

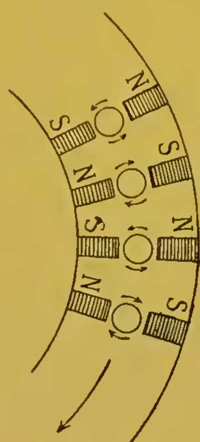


Fig. 28.

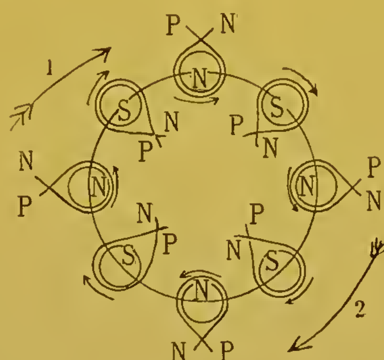


Fig. 29.

de la couronne antérieure qui se trouvent situés vis-à-vis d'eux et que l'on peut se représenter par la pensée, on obtient, par l'application du tire-bouchon de Maxwell, le sens du courant de chaque bobine induite tel qu'il est

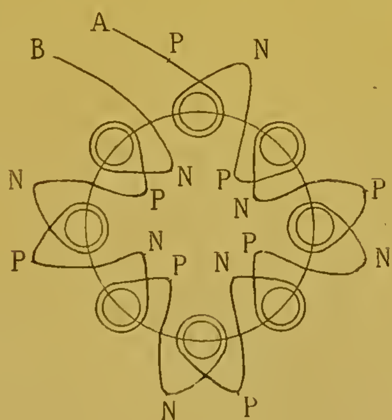


Fig. 30.

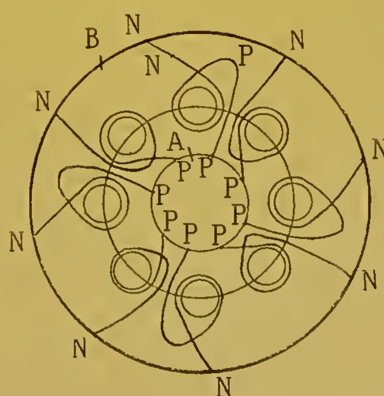


Fig. 31.

indiqué par les petites flèches. Dans la bobine supérieure, par exemple, les lignes d'induction sont dirigées d'arrière en avant; la bobine induite commence à s'éloigner des pôles des inducteurs entre lesquels elle se trouve; le flux diminue; donc le sens de la force électro-motrice induite est positif.

A l'instant considéré, chaque bobine est l'analogue d'une pile avec ses deux pôles positif P et négatif N.

Nous pouvons, en conséquence, pareillement à ce qui se fait pour les

piles, monter les différentes bobines induites en tension (fig. 30), ou en quantité (fig. 31).

Avec le montage en tension, nous obtiendrons des courants dont la force électromotrice totale sera égale à la somme des forces électromotrices de chaque bobine ; la résistance sera également la somme des résistances de toutes les bobines.

Au contraire dans le montage en quantité nous n'aurons que la force électromotrice équivalente à une seule bobine, et la résistance sera divisée par le nombre des bobines.

On adoptera l'un ou l'autre montage, selon que l'on désirera obtenir des courants de forte tension, ou au contraire des courants d'intensité élevée.

Dans l'un et l'autre montage les pôles A et B changeront de signe chaque fois que les bobines induites passeront devant un nouveau pôle inducteur ; mais nous voyons que la polarité sera toujours la même de deux en deux pôles. Aussi si nous représentons par n le nombre des pôles inducteurs qui est toujours pair, le nombre des périodes pour un tour complet de l'induit sera $\frac{n}{2}$; et suivant la vitesse, si l'induit fait N tours par seconde, le nombre des périodes par seconde, ou la fréquence sera $\frac{Nn}{2}$.

Pour recueillir les courants induits, dans les deux variétés de montage, il suffit de réunir par un conducteur extérieur les points A et B, avec deux bagues en cuivre isolées A'B' montées sur l'axe de rotation de l'induit (fig. 32); sur ces bagues appuieront constamment deux frotteurs qui seront les pôles de la machine ; et sur ces pôles l'on branchera les fils du circuit utilisateur qui seront parcourus par des courants successivement de sens contraire ou alternatifs.

Principaux types d'alternateurs simples. — Les dynamos à courant alternatif sont non seulement très diverses comme forme, mais elles diffèrent aussi dans leur structure intrinsèque.

Dans les machines à courant continu, nous avons vu que l'inducteur était toujours fixe et l'induit mobile ; dans les alternateurs il en est autrement, et l'on peut avoir l'une des dispositions suivantes : a) *inducteur fixe et induit mobile ;* b) *inducteur mobile et induit fixe ;* c) *inducteur et induit fixes.*

Le fonctionnement des deux premières variétés se comprend facilement, d'après ce que nous avons dit; mais nous devons exposer en quelques mots le principe des machines à inducteur et induit fixes.

Considérons, avec Paul Janet, un circuit magnétique annulaire incomplet ABC (fig. 33), sur lequel sont enroulées deux bobines AB et BC. Si nous faisons passer un courant continu dans la bobine AB, il se développera un champ magnétique, sous l'influence duquel des courants induits prendront naissance dans la bobine BC. Le champ magnétique étant constant et uniforme, les courants induits ne se produiront qu'au moment de l'établissement et de la suppression du champ. Mais si nous introduisons un morceau de fer D, dans l'entrefer AC, nous augmenterons l'intensité du champ, et si

nous le retirons, nous diminuerons cette intensité ; nous pouvons par conséquent au moyen d'une série de va et vient du morceau de fer de D en D' modifier rapidement l'intensité du champ et produire dans la bobine BC des courants induits alternatifs dont la règle du tire-bouchon de Maxwell nous indiquera le sens.

Pour entretenir le mouvement d'une façon régulière et continue, on dispose le morceau de fer D à la périphérie d'une roue et l'on obtient les

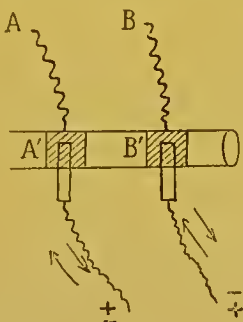


Fig. 32.

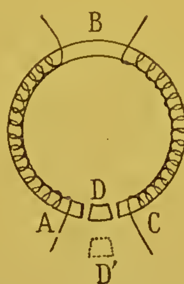


Fig. 33.

machines dites *alternateurs à fer tournant*. Dans ces alternateurs il n'est plus besoin de disposer sur l'arbre de rotation des bagues de contact, ni des frotteurs. La seule partie tournante est la roue dentée qui sert en même temps de volant à la machine.

Pour alimenter les inducteurs dans l'un ou l'autre de ces trois types d'alternateurs, on peut avoir recours à l'excitation séparée, ou bien utiliser en dérivation une partie du courant de la machine que l'on redresse au moyen d'un *commutateur*, genre Clarke, avant de l'envoyer dans les inducteurs.

C. — Dynamos a courants redressés

Cette facilité de redresser les courants au moyen d'un commutateur a été utilisée non seulement à titre accessoire, comme dans le cas précédent, mais on a construit des *dynamos à courants redressés*, venant prendre place entre les dynamos à courant continu et les dynamos à courant alternatif.

Contentons-nous de dire que le courant redressé, quoique toujours dirigé dans le même sens, présente une allure assez variable, et ne peut guère trouver son emploi dans les installations radiographiques.

D. — Dynamos a courants polyphasés

Au lieu d'obtenir, comme avec les dynamos à courant alternatif précédemment étudiées, un seul courant périodiquement renversé, on peut disposer la machine de manière à ce qu'elle produise à la fois plusieurs courants alternatifs.

Beaucoup de machines à courant alternatif servant à l'alimentation des secteurs électriques des villes étant aujourd'hui disposées de façon à produire des courants polyphasés, nous devons faire une rapide connaissance avec ces courants.

Si nous considérons, dit Paul Janet, dans deux circuits différents, deux courants alternatifs exactement semblables, et que nous supposions que l'un

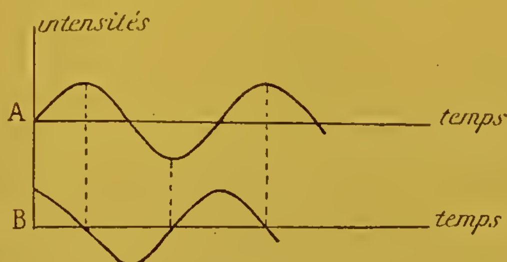


Fig. 34.

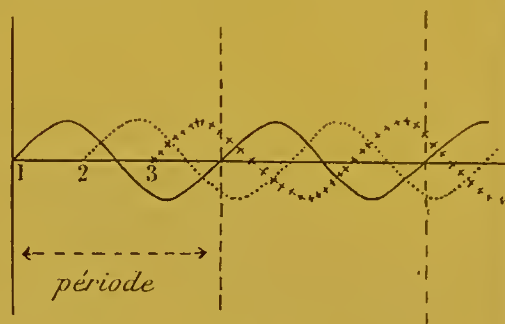


Fig. 35.

passe par son maximum, au moment où l'autre s'annule, nous dirons qu'il y a entre les deux courants une *différence de phase*, (on dit que deux courants alternatifs ont même *phase*, quand leurs périodes sont égales) ou un *décalage* de 1/4 de période ; le premier est en retard de 1/4 de période sur le second. Il s'agit là de courants *diphasés* (fig. 34).

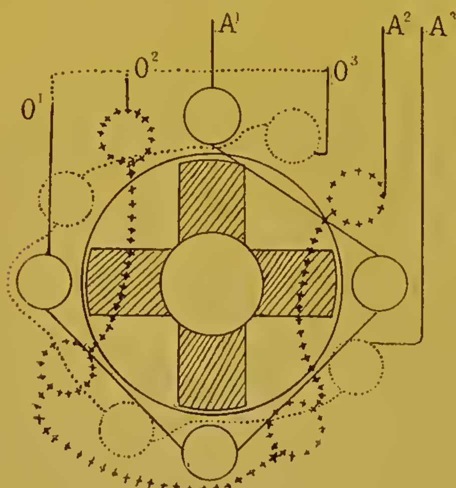


Fig. 36.

Si le décalage est de 1/3 de période, on a des courants *triphasés* (fig. 35) et ainsi de suite.

Pour obtenir des courants triphasés avec un alternateur, la chose est très facile ; il suffit de tripler le nombre des bobines induites, tout en conservant le même nombre de bobines inductrices.

Le schéma suivant (fig. 36) donne le principe d'une machine à courants triphasés, à inducteur mobile et à induit fixe : il y a quatre pôles inducteurs et douze bobines induites. Les deux bobines induites ajoutées dans l'intervalle de deux bobines induites d'un alternateur simple, sont placées de telle façon que l'espace séparant ces dernières soit divisé en trois parties égales. On réunit entre elles en tension les bobines induites qui se trouvent à chaque instant dans la même situation par rapport aux pôles inducteurs. Or puisqu'il existe trois éléments induits pour chaque pôle inducteur, nous devons avoir trois circuits distincts, dont l'une des extrémités sera en A^1, A^2, A^3, et l'autre en O^1, O^2, O^3.

Mais au lieu des six fils nécessaires pour la ligne et partant des pôles A^1, A^2, A^3, O^1, O^2, O^3, il suffira, grâce à une propriété spéciale des courants

triphasés, d'en prendre trois, disposés de l'une des deux façons suivantes : *montage en étoile* (fig. 37) ou *montage en triangle* (fig. 38).

Sur ces figures A B C représentent les trois sources de courants triphasés avec leurs bornes aa', bb', cc'.

Dans le premier cas, réunissons les pôles a', b', c' par des fils aboutissant à un point commun P et mettons ce point P en communication avec la terre ; le potentiel de ces trois pôles deviendra nul. Les fils de ligne partiront des trois pôles restants a, b, c, et les potentiels des courants qui les traverseront

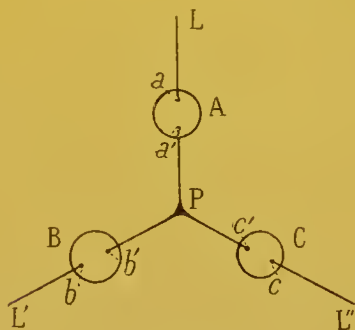


Fig. 37.

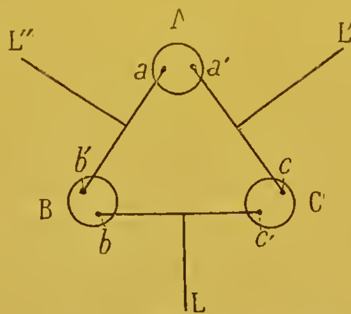


Fig. 38.

seront décalés entre eux d'un tiers de période. C'est ce montage en étoile que nous avons appliqué au schéma ci-dessus (fig. 36) de machine à courant triphasés ; on y voit les trois pôles O^1, O^2, O^3 réunis en étoile par des traits pointillés. L'un des fils distributeurs L, L', L'', sert alternativement de voie de retour aux courants fournis par les deux autres.

Dans le montage en triangle, on réunit a avec b', b avec c', et c avec a'. Les fils de ligne L, L', L'' sont branchés sur les conducteurs de réunion.

Installation et entretien des dynamos. — Les machines doivent être placées dans un endroit frais et bien ventilé, pour éviter leur échauffement; l'atmosphère du local doit être sèche, pour prévenir les pertes d'életricité.

Un voltmètre et un ampèremètre placés l'un dans le circuit utilisateur, l'autre en dérivation sur ce circuit, permettent à tout instant de s'assurer du bon fonctionnement de la machine.

Il faut entretenir toutes les pièces dans un grand état de propreté : l'humidité, les matières étrangères pourraient produire des dérivations et une perte de courant. Les poussières au niveau des contacts des balais sur le collecteur, ou au niveau des frotteurs sur les bagues polaires nuiraient à la communication.

Il faut veiller à ce qu'aucun objet métallique n'établisse de communication entre les pôles opposés de la machine.

Le collecteur des dynamos à courant continu doit être l'objet d'une surveillance particulière ; pour qu'il ne se produise pas de dérivation accidentelle entre ses différentes lames, par le métal entraîné par le frottement des balais, il faut de temps en temps passer une brosse dure sur le collecteur, dans le sens de sa longueur.

On resserre les balais pour qu'ils appuient toujours suffisamment, et on varie leur point de frottement sur la longueur du collecteur, pour que l'usure de ce dernier soit égale.

Lorsque les balais sont usés, on les remplace.

Si le collecteur, par usure inégale, perdait sa forme régulièrement cylindrique, il faudrait le renvoyer au constructeur pour le passer au tour.

§ 4. — Accumulateurs

Les accumulateurs constituent des sources secondaires d'électricité que l'on charge au moyen des piles ou des dynamos à courant continu. Ce sont des condensateurs chimiques d'électricité, de même que le condensateur de Fizeau, par exemple, représente un condensateur physique d'électricité.

Principe des accumulateurs. — Si nous plongeons les deux pôles en cuivre des fils conducteurs d'une pile dans de l'eau légèrement acidulée

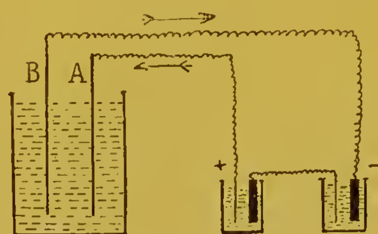


Fig. 39.

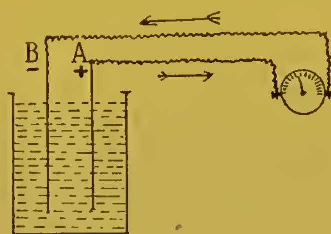


Fig. 40.

pour augmenter sa conductibilité, et que nous fassions passer un courant de tension approprié, l'eau sera décomposée par l'électricité ; il y aura *électrolyse :* l'hydrogène se dégagera au pôle négatif et l'oxygène au pôle positif. Supprimons alors la pile et fermons le circuit sur un galvanomètre ; nous voyons l'aiguille se dévier assez fortement, mais pendant un temps assez court ; le circuit est parcouru par un courant fort, mais peu durable, et de sens inverse à celui qui venait de la pile.

Si, pour effectuer la décomposition de l'eau, nous réunissons les deux pôles de la pile à deux électrodes en plomb plongeant dans l'eau acidulée et placées en regard l'une de l'autre, nous constatons cette fois que les gaz mettent un temps assez long avant de se dégager, et si nous examinons alors les lames de plomb, nous remarquons que leur surface est beaucoup plus altérée que celle des fils de cuivre dans l'expérience précédente. La lame de plomb sur laquelle s'est dégagé l'hydrogène est revêtue d'une couche noire, et celle sur laquelle s'est dégagé l'oxygène d'une couche brune (fig. 39).

Rompons maintenant la communication avec la pile et relions aux deux bornes d'un galvanomètre les deux fils qui vont aux lames de plomb, (fig. 40). Nous constatons que l'aiguille du galvanomètre est déviée par un courant énergique, allant du pôle sur lequel s'est déposé l'oxygène vers

l'autre, c'est-à-dire suivant une marche inverse de celui qui existait pendant le fonctionnement de la pile. Ce courant *secondaire*, plus énergique que celui que donnaient les électrodes en cuivre, provient de ce que l'hydrogène et l'oxygène qui se sont accumulés sur les lames de plomb, les ont *polarisées* et se recombinent dès qu'on ferme le circuit en dehors de la pile. Les gaz, en se recombinant, restituent l'énergie électrique fournie par la pile pour leur décomposition.

La *pile secondaire* nous restitue l'énergie électrique qui avait été *accumulée* dans son intérieur, sous forme d'énergie chimique. Et comme nous savons que la décomposition de l'eau nécessite une force électromotrice de 1,5 volt, l'électricité qui se produira lorsque la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène aura lieu, sera restituée sous un potentiel de 1,5 volt et même 2 volts, parce que les phénomènes ne sont pas aussi simples que nous venons de le dire, et se compliquent par la présence du plomb et de l'acide sulfurique.

Le courant secondaire des accumulateurs ayant une force électromotrice et une intensité différentes de celles du courant primaire, on donne quelquefois à ces machines dans lesquelles de l'énergie électrique s'est transformée en énergie chimique, laquelle à son tour se transforme en énergie électrique, le nom de *transformateurs*.

Lorsque le galvanomètre est revenu au repos, faisons repasser le courant de la pile, nous obtiendrons une nouvelle polarisation des électrodes qui sera capable à son tour d'influencer l'aiguille du galvanomètre ; nous pourrons répéter l'expérience tant que nous voudrons, en constatant même que le courant secondaire fourni est d'autant plus intense et plus durable que les charges et décharges successives ont été plus nombreuses. En examinant la surface des lames nous observerons également qu'elle se modifie de plus en plus. Cette dernière constatation sera mise à profit quand nous nous occuperons de la formation artificielle des plaques des accumulateurs.

Faisons également remarquer que la possibilité que nous avons mise en évidence, de pouvoir charger et décharger successivement notre *voltamètre*, n'est qu'une application du principe théorique de la réversibilité des piles hydro-électriques ; c'est-à-dire que si, dans une pile dont les produits sont épuisés, on fait passer un courant de sens inverse à celui qu'elle donnait pendant son fonctionnement, les produits sont ramenés à leur état initial, et la pile est régénérée.

L'accumulateur joue par conséquent le rôle d'un *récepteur* électrique pendant la charge et celui d'un *générateur* pendant la décharge.

Réalisation pratique des accumulateurs. — C'est à Gaston Planté que revient l'honneur d'avoir le premier, en 1860, construit un appareil permettant d'utiliser pratiquement cette action sur des lames de plomb de l'hydrogène et de l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau.

Depuis cette époque la construction des accumulateurs a fait des progrès et les différents types employés actuellement se rangent dans deux catégo-

ries : accumulateurs à *formation naturelle,* et accumulateurs à *formation artificielle.*

A. — ACCUMULATEURS A FORMATION NATURELLE, OU GENRE PLANTÉ

Par l'expérience, Planté a reconnu que de tous les métaux le plomb était celui qui avait la plus grande *capacité électrique*, qui donnait les phénomènes de polarisation les plus intenses.

Il s'est rendu compte d'autre part que, pour avoir un courant secondaire, d'une certaine durée, pour obtenir de grandes capacités, il fallait employer de larges lames de plomb.

Il a alors construit l'accumulateur qui porte son nom et qui est constitué par deux larges lames de plomb roulées l'une sur l'autre en spirale et séparées par des bandes de caoutchouc qui les empêchent de se toucher, de façon à éviter les courts-circuits intérieurs ; l'une des lames constitue le pôle positif et l'autre le pôle négatif.

Mais malgré la large surface de plomb, la capacité de ces accumulateurs simples est encore très faible ; aussi Planté a-t-il bientôt reconnu à l'usage que son accumulateur s'améliorait avec le nombre des charges et des décharges, et que même la surface des lames s'altérait plus rapidement, que la *formation* de l'accumulateur se faisait en un temps plus court, si l'on prenait soin de charger alternativement les lames en sens inverse.

Une fois l'accumulateur formé, il faut au contraire le charger toujours dans le même sens.

Quels sont les phénomènes physiques et chimiques qui se passent, pendant ces charges et décharges successives de l'élément ?

Au début, avant toute formation, nous avons deux lames de plomb, toujours un peu oxydées à la surface par leur séjour à l'air, qui plongent dans une solution diluée d'acide sulfurique. Pendant les charges, la lame positive devient rougeâtre, parce que l'oxygène provenant de l'électrolyse de l'eau intervient pour transformer le plomb en bioxyde, ou *oxyde puce*. La transformation, l'attaque s'arrête, quand la couche d'oxyde puce atteint quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur. L'apparence gris noir de l'électrode négative provient de ce que la surface de la lame de plomb qui présentait une teinte gris terne, résultant de son séjour à l'air a été ramenée à l'état de plomb pur, par la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène dégagé pendant l'électrolyse.

La marche des phénomènes est la suivante :

	AVANT LA CHARGE	APRÈS LA CHARGE
Lame positive.	Oxyde de plomb.	Bioxyde de plomb.
Lame négative	Oxyde de plomb.	Plomb métallique.

Il y a donc eu oxydation au pôle positif, et réduction au pôle négatif.

Pendant la décharge, les phénomènes inverses se passent, et la surface des deux plaques retourne à l'état d'oxyde de plomb.

En réalité la présence de l'acide sulfurique dans le bain vient changer un peu les réactions qui se passent à l'intérieur d'un accumulateur, et les rend moins simples que nous l'avons supposé pour la facilité de la démonstration.

En présence de l'acide sulfurique, les couches d'oxyde de plomb formées pendant la décharge, se transforment en sulfate de plomb. Nous nous expliquons ainsi un fait bien connu, c'est que pendant la décharge l'acidité du liquide, de l'*électrolyte* dans lequel baignent les plaques diminue, tandis qu'elle augmente pendant la charge, jusqu'à ce que tout le sulfate de plomb soit décomposé. A ce moment l'oxygène et l'hydrogène résultant de la décomposition de l'eau ne trouvent plus à se combiner sur les plaques ; ces gaz se dégagent alors au dehors, d'où le bouillonnement des accumulateurs à la fin de la charge.

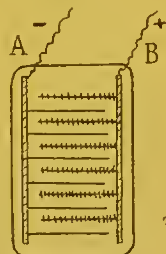


Fig. 41.

Si l'on examine les *couches actives* qui recouvrent les lames de plomb d'un élément chargé, on reconnaît qu'elles sont très poreuses et très adhérentes. Ces couches disparaissent pendant la décharge. On a reconnu que la capacité d'un accumulateur est d'autant plus grande qu'elles sont plus épaisses ; ce fait explique l'amélioration qui se produit dans les batteries bien manutentionnées, au bout d'un certain temps de service, parce que l'épaisseur des couches actives augmente avec le nombre des charges et décharges successives.

Les électrodes d'un accumulateur peuvent par conséquent se diviser en deux parties : la couche active superficielle, et le centre qui forme une carcasse complètement inactive, servant simplement de support aux couches actives et de conducteur à l'électricité.

Cette considération a amené les fabricants à chercher à augmenter l'étendue des surfaces actives, tout en diminuant l'épaisseur de leur support qui représente un poids mort et une mise de fonds inutile dans l'accumulateur.

Pour augmenter l'étendue des surfaces actives, on a renoncé aux plaques enroulées, pour adopter les électrodes planes, rectangulaires, placées côte à côte, en nombre plus ou moins grand, dans le même récipient. Les plaques positives alternent avec les plaques négatives, et elles sont séparées les unes des autres par des rondelles de caoutchouc, des lames de verre etc., pour empêcher les courts-circuits. Toutes les plaques de même nom d'un même élément sont réunies par un conducteur commun muni d'une prise de courant. Le schéma (fig. 41) montre l'orifice supérieur d'un bac d'accumulateur, avec les plaques positives et négatives entre-croisées, les conducteurs communs A et B desquels partent les fils positif et négatif du circuit.

Malgré les précautions que l'on prend pour isoler les plaques, le contact accidentel peut s'établir, par suite de gondolements qui se produisent très facilement, si le support des couches actives a été trop aminci ; on se rend facilement compte de cet accident, en constatant que la force électromotrice de l'élément atteint tombe de 2 volts aux environs de 0.

La maison Blot a trouvé une solution avantageuse en construisant ses accumulateurs *à navette*, dans lesquels la grande surface s'allie à la rigidité des plaques.

La maison Tudor est arrivée à un résultat analogue avec ses plaques à ailettes.

B. — Accumulateurs a formation artificielle, ou genre Faure

Au lieu de former sur place les couches actives, par une série de charges et de décharges, ce qui nécessite une grande dépense de temps et d'électricité, Faure eut l'idée de déposer les matières actives toutes formées, sur les carcasses ou grilles métalliques en plomb. Utilisant les oxydes de plomb que l'on trouve couramment dans le commerce, il recouvre la plaque positive de minium, et la négative de litharge. Avec une seule charge, on fait passer le minium à l'état d'oxyde puce, on réduit la litharge en plomb poreux et l'appareil est prêt à fonctionner.

On peut ainsi obtenir une épaisseur de couche active plus grande que dans les accumulateurs à formation naturelle, ce qui augmente le rendement.

Les types actuels Dinin, Jullien, Fulmen, Tudor, etc., appartiennent à cette classe. Le type Tudor est un des plus répandus.

Les nombreux modèles imaginés ne diffèrent guère que par la manière d'assurer l'adhésion de la substance active répartie en *pastilles* logées dans des alvéoles, des rainures, etc., creusées sur le support.

Malgré tous les artifices employés, ces plaques ont toujours un désavantage sur les accumulateurs à formation naturelle : la plaque négative peut durer pendant une dizaine d'années, mais au bout de deux à trois ans, il faut remplacer les plaques positives ou regarnir leurs grilles de nouvelles pastilles.

Aussi dans ces derniers temps, certains fabricants ont adopté une solution mixte, en associant, dans le même élément, les plaques positives à formation naturelle, aux plaques négatives à formation artificielle.

Pour diminuer le poids, on a tenté de remplacer le plomb par du cuivre, du zinc, du cadmium, de l'aluminium, mais sans grand succès jusqu'ici.

C. — Accumulateurs a formation mixte

L'élément Tudor est à la fois à formation artificielle et à formation naturelle. Ses électrodes sont constituées par des plaques en plomb épaisses, pourvues de rainures profondes, disposées horizontalement et très rapprochées les unes des autres. Dans les rainures on mastique les matières actives puis on écrase les plaques, de façon à maintenir les oxydes en place.

Au début de son emploi, l'accumulateur Tudor se comporte comme celui de Faure, grâce aux oxydes ajoutés artificiellement ; puis avec l'usage la carcasse de plomb se laisse attaquer et les oxydes formés naturellement finissent par jouer le principal rôle, comme dans l'accumulateur Planté.

Par suite de la grande épaisseur des plaques, l'élément Tudor est très robuste et sa durée relativement longue.

Réunion des éléments entre eux. — Le meilleur moyen de réunir les éléments entre eux consiste à fusionner les extrémités des barres de connexion en plomb, au moyen de la soudure autogène.

On évite ainsi d'une façon certaine toute altération des contacts, que l'on est obligé de surveiller constamment et de décaper de temps en temps, lorsque les connexions sont assurées au moyen d'écrous.

Charge des accumulateurs. — La charge peut s'effectuer au moyen des piles hydriques ou thermiques, ou des dynamos à courant continu. Si le générateur dont on dispose possède une force électromotrice de 2,5 volts au moins, par élément à charger, on associe les accumulateurs en tension, et on réunit les pôles de la batterie de piles, ou de la dynamo préalablement mise en marche et arrivée au voltage voulu, aux pôles de même nom de la batterie d'accumulateurs. Si l'on charge avec le courant du secteur, il faut mettre tout d'abord toute la résistance du rhéostat en circuit, avant de fermer le courant sur la batterie.

Il faut veiller à ne pas dépasser le régime de charge indiqué par le constructeur, pour ne pas détériorer les éléments ; ce régime correspond généralement à un ampère par kilogramme de plaques.

Pour charger les accumulateurs avec le secteur, au lieu d'employer une résistance et un ampèremètre, on peut tout simplement intercaler dans le circuit une série de lampes à incandescence, consommant chacune un ampère par exemple, ou laissant passer un ampère, ce qui revient au même. On allume trois, quatre, cinq lampes, ou davantage, suivant que l'on veut charger à 3, 4, 5 ampères, ou plus. Les lampes doivent avoir un voltage représentant la différence entre le voltage du secteur et celui de la batterie. Sur un secteur à 110 volts, par exemple, pour charger 15 accumulateurs, il faudra des lampes de 70 volts. On peut annexer aux lampes une résistance spéciale que l'on modifiera suivant les besoins, ou bien on les choisit construites de telle sorte qu'on puisse modifier leur voltage, en agissant sur la longueur de leur filament.

Prenons, à titre d'exercice, la charge de plusieurs batteries de cinq éléments chacune, au moyen d'une dynamo-shunt de 750 watts. Supposons que nous ayons trois batteries à recharger, soit 15 éléments. Ainsi que nous le verrons, en parlant de la décharge, il faut recharger les accumulateurs lorsque la force électromotrice des éléments est tombée à 1,8 volts ; nos 15 éléments réunis en tension ont donc encore une force électromotrice totale de 27 volts. Pour que le courant de la dynamo puisse les traverser, il est nécessaire, en vertu de la loi d'Ohm, que sa tension soit suffisante pour franchir la résistance du circuit, comprenant la résistance des fils de jonction et la résistance intérieure des accumulateurs, et en outre, ce que n'exprime pas la loi d'Ohm, qu'il puisse vaincre en plus la *force contre-électromotrice,*

ou *force électromotrice inverse* du récepteur chimique constitué par les accumulateurs ; cette force contre-électromotrice due au phénomène de la polarisation augmentera par conséquent du commencement à la fin de la charge.

La dynamo génératrice devra par suite fournir une force électromotrice représentée par la formule d'Ohm modifiée :

$$E = E' + RI.$$

La force contre-électromotrice E' étant, dans le cas présent, de 27 volts au début de la charge, si nous supposons R = 2 ohms et que le régime de charge des éléments soit de 5 ampères, nous aurons :

$$E = 27 + (2 \times 5) = 37 \text{ volts}.$$

Autrement dit il faudra, suivant la règle adoptée dans la pratique, que le courant fourni par le générateur marque au voltmètre un chiffre correspondant à 2,5 volts par élément à charger, avant de fermer le circuit de la dynamo sur les accumulateurs.

Cette formule nous montre également qu'à mesure que la charge augmente, l'intensité du courant diminue, puisque E' augmente et que R ne varie pas. Pour charger les éléments avec une intensité constante, il faudra par conséquent, à mesure que la charge avancera, augmenter proportionnellement la force électromotrice du courant fourni par le générateur.

Il en serait de même si nous avions à charger des éléments plus grands dont le régime d'alimentation serait de 10, 15 ou 20 ampères, car dans ce cas, le facteur R diminue avec la surface des électrodes.

Si nous ne surveillons pas la dynamo pendant la charge, à un moment donné E' + R deviendra égal à E, et aucun courant ne passera plus dans les accumulateurs, ou même ceux-ci auront tendance à se décharger dans la dynamo, risqueront d'échauffer ou de brûler l'induit. Pour éviter cet accident, on branche sur le circuit de charge des accumulateurs, un *conjoncteur-disjoncteur* qui rompt le circuit dans ce cas.

Fin de la charge. — Il y a plusieurs moyens de reconnaître que la charge est terminée. Le meilleur consiste à contrôler de temps en temps chaque élément avec un voltmètre ; on pourra ainsi s'assurer que tous sont en bon état et prennent régulièrement la charge et lorsque le voltmètre indiquera 2,2 à 2,5 volts, on pourra considérer la charge comme terminée.

Après la rupture du circuit, il ne faudra pas s'étonner si bientôt la force électromotrice de chaque élément tombe spontanément à 2,1 ou 2 volts, sans qu'il y ait eu de décharge dans le circuit utilisateur ; c'est ainsi que les choses se passent constamment.

On pourra aussi considérer la charge comme terminée, lorsque les accumulateurs bouillonneront fortement.

Enfin on pourra goûter l'électrolyte, comme font certains ouvriers électriciens qui trempent le doigt dans la solution, puis touchent leur langue ;

avec un peu d'habitude, ils arrivent à reconnaître la fin de la charge au degré d'acidité du liquide. Ce fait est facile à comprendre d'après ce que nous avons dit plus haut : au début de la charge une partie de l'acide sulfurique est combinée au plomb, formant du sulfate de plomb, tandis qu'à la fin tout l'acide est redissous dans le liquide, d'où l'augmentation de l'acidité.

Si l'on ne possède pas de voltmètre, on peut encore contrôler la charge au moyen d'une lampe à incandescence branchée sur la batterie. La lampe devra avoir le voltage moyen de la batterie : elle sera de 30 volts, pour 15 éléments par exemple. Mais pour faire cette constatation de degré de la charge, en se basant sur l'intensité lumineuse de la lampe, il faudra rompre le circuit d'alimentation, sans quoi on mesurerait ainsi la tension du courant de la dynamo et non celle des accumulateurs.

Si au lieu de 15 éléments, nous en avons 30 ou 45 à charger et que nous disposions seulement d'une dynamo de 750 watts, allons-nous mettre successivement nos deux ou trois batteries de 15 éléments en circuit et consacrer par le fait un temps assez long à cette opération ? Cette solution est évidemment possible, mais la suivante est plus pratique.

La force électromotrice de la dynamo étant insuffisante pour lutter contre 30 et surtout 45 accumulateurs réunis en tension, nous devrons tourner la difficulté en adoptant un couplage mixte ; nous grouperons par exemple nos 30 éléments par 15 en tension et 2 en quantité et les 45 par 15 en tension et 3 en quantité. La machine fournissant facilement les 37 volts nécessaires pour vaincre les résistances, et lutter contre les 27 volts de force contre-électromotrice des accumulateurs, il suffira que l'intensité du courant correspondant au régime de charge de la batterie soit multipliée par le nombre des éléments disposés en quantité. Une fois chargés de cette façon, les accumulateurs seront remis tous en tension pour la décharge.

Charge des accumulateurs à potentiel constant. — Au lieu de la charge à intensité constante dont nous venons de parler, on peut utiliser, en cas de presse, la charge *à potentiel constant*, par laquelle on peut rendre à un accumulateur, dans l'espace d'un quart d'heure, la plus grande partie, sinon la totalité de sa charge. Pour cela il faut employer une *dynamo-série* donnant entre ses bornes une différence de potentiel constante. Au début la force contre-électromotrice des accumulateurs est faible, et par suite l'intensité du courant de charge est forte. A mesure que la force contre-électromotrice augmente, l'intensité du courant diminue, et à un moment donné s'annule. Il suffit que la différence de potentiel réglée une fois pour toute au début, soit égale à autant de fois 2,5 volts qu'il y a d'éléments d'accumulateurs. Mais il faut des accumulateurs garnis de plaques à formation naturelle, capables de résister aux intensités excessives du début de la charge.

Décharge des accumulateurs. — Il ne faut pas que le courant de décharge ait une intensité trop supérieure à celle du courant de charge, sans quoi les

plaques pourraient s'altérer. La décharge à faible intensité a l'avantage de prolonger la vie des éléments et d'augmenter leur rendement. Si nous prenons par exemple un élément Blot de 25,5 kilogrammes de plaques, nous voyons qu'il peut fournir 196 ampères-heure, si la décharge se fait en 10 heures; 175 ampères-heure, si elle a lieu en 5 heures; et seulement 147 ampères-heure pour une décharge en 3 heures.

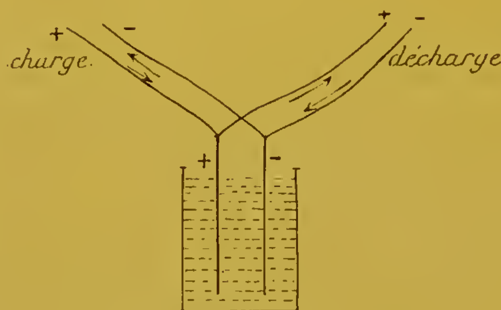


Fig. 42.

Le schéma (fig. 42) indique la disposition des fils et le sens du courant pour la charge et la décharge d'un élément.

Installation et entretien des accumulateurs. — Les précautions à prendre diffèrent tant soit peu, selon que la manutention concerne des batteries mobiles ou des batteries fixes.

Les batteries fixes doivent être placées dans un local sec, bien ventilé, ayant une température aussi uniforme que possible. Pour isoler convenablement les bacs et éviter les pertes par le sol, il ne faut pas qu'ils se touchent, ni qu'ils appuient contre un mur, et leur fond repose sur des pieds formés par des isolateurs en porcelaine plongeant dans des godets remplis d'huile.

On recouvre les bacs d'une couche d'huile de paraffine de 1 à 2 centimètres de hauteur, pour empêcher l'évaporation trop rapide de l'électrolyte et prévenir la formation des sels grimpants.

Lorsque le niveau du liquide baisse, il faut ajouter de l'eau distillée ou de l'eau acidulée, de façon à ce que le bord supérieur des plaques soit noyé sous une épaisseur de 1 centimètre de liquide. C'est la connaissance préalable de la densité du liquide qui indique s'il faut ajouter de l'eau simple, ou de la solution acidulée ; l'électrolyte qui remplit les éléments Blot doit marquer à la fin de la charge 26° Beaumé à l'aréomètre, soit 1,220 de densité ; pour les accumulateurs d'autres marques, on indique comme chiffre de la densité finale 1,180 à 1,230.

L'eau acidulée se prépare de la façon suivante : dans une terrine en grès contenant de l'eau distillée, on fait un mélange à 1 volume environ d'acide sulfurique à 66° Beaumé, pour 10 d'eau; on verse par filet et lentement l'acide dans l'eau qu'on agite avec une baguette de verre. L'acide doit être exempt d'arsenic; le mélange terminé doit avoir une densité de 26° Beaumé.

Il faut attendre que la solution soit refroidie pour la verser dans les bacs ; jamais on ne doit ajouter d'acide pur dans les batteries.

De même lorsqu'il y a lieu de compléter le remplissage des éléments au moyen d'eau distillée ou d'eau acidulée, il faut choisir, pour faire l'addition, le moment où les éléments viennent d'être chargés.

Deux fois par semaine au moins, il faut vérifier la force électromotrice de chaque élément; si pour l'un d'eux le voltmètre indique un chiffre inférieur à celui des autres, il faut immédiatement passer une baguette de verre ou de bois entre les différentes plaques, pour les ramoner et faire tomber dans le fond du bac les corps étrangers qui pourraient établir une communication, un court-circuit entre deux plaques voisines.

Si la force électromotrice d'un élément est descendue très bas, il est nécessaire, après ramonage de mettre cet élément hors circuit et de le charger séparément, jusqu'à ce qu'il ait repris la même tension que les voisins.

Chaque douze ou quinze mois, surtout si l'on constate que la batterie ne conserve plus pendant longtemps sa charge, il y a lieu de vider les bacs, de sortir les plaques et de les frotter avec une brosse pas trop dure imbibée de la solution dans laquelle elles plongeaient ; on les remet ensuite en place et on garnit les vases avec du liquide neuf.

Les mêmes soins d'entretien doivent être pris pour les petites batteries mobiles ; mais ici, comme les éléments en nombre variable sont réunis dans une boîte, et fermés à leur partie supérieure par une plaque de celluloïd, de verre, d'ébonite ou une couche de paraffine, dans laquelle on a simplement ménagé un trou pour permettre aux gaz de s'échapper pendant la charge, il faut pour pouvoir brosser les plaques et même les ramoner, enlever le couvercle et souvent le constructeur seul peut faire cette opération.

Ces éléments n'ont pas besoin d'autre isolant que la boîte en bois qui les renferme, et il est inutile de mettre une couche d'huile à leur surface.

Pour le transport on obture avec des bouchons en caoutchouc les trous creusés dans leur paroi supérieure, de façon à empêcher le liquide de se déverser à l'extérieur, pendant les secousses du voyage.

CHAPITRE II

TRANSFORMATEURS ÉLECTRIQUES

Pour alimenter le tube de Crookes qui nous fournira les rayons de Roentgen, nous avons besoin d'un courant électrique *de sens constant, de tension élevée* et *d'intensité faible*.

La machine statique est le seul des générateurs d'électricité que nous avons étudiés, qui nous donne le courant avec les qualités requises. Force nous est donc de rechercher maintenant comment nous pourrons utiliser les courants de sens constant, mais de basse tension, fournis par les piles, les dynamos à courant continu, les accumulateurs, et comment d'autre part, nous pourrons procéder, en cas de besoin, pour transformer les courants alternatifs simples ou polyphasés, en courant de sens constant ou continu.

Lorsqu'on crée de toutes pièces une installation radiographique, il est bien simple, si l'on veut utiliser directement le courant de la dynamo pour l'alimentation des appareils, ou pour la charge des accumulateurs, de se procurer une machine à courant continu.

Mais souvent on se trouve en face de l'une des situations suivantes : l'hôpital possède déjà une dynamo à courant alternatif servant pour l'éclairage, ou bien le secteur qui distribue dans l'établissement l'énergie électrique fournie par une usine centrale délivre des courants de cette catégorie.

Nous verrons ultérieurement qu'en adoptant certains types spéciaux de transformateurs, d'interrupteurs, ou de tubes de Crookes, on peut utiliser directement les courants alternatifs ; mais pour la charge des accumulateurs, il est absolument nécessaire d'avoir du courant continu. Or, dans beaucoup de cas les accumulateurs constituent un intermédiaire qui s'impose : il en est ainsi dans les installations radiographiques mobiles, lorsqu'on a besoin d'aller opérer à une certaine distance, et la même solution s'impose également dans nombre d'installations fixes, parce que le secteur ou la dynamo de l'hôpital ne fournissent du courant que le soir, au moment où l'on allume les lampes.

§ 1. — Transformateurs énergétiques

La solution généralement adoptée consiste à utiliser le courant alternatif simple ou polyphasé du secteur pour alimenter une dynamo dite *réceptrice*,

laquelle entraîne à son tour une dynamo *génératrice* de courant continu.

Les dynamos génératrices nous étant connues, nous n'avons plus besoin d'y revenir. Mais avant de parler des réceptrices à courants alternatifs, nous devons tout d'abord nous occuper des réceptrices à courant continu, parce que ce type de machine est utilisé dans les installations radiographiques, pour mettre en mouvement les machines statiques et certains interrupteurs que nous décrirons à propos de la bobine de Ruhmkorff.

A. — Moteurs a courant continu

Aux dynamos réceptrices qui prennent un mouvement rotatif et continu lorsqu'elles sont actionnées par un courant voltaïque, on donne le nom de *moteurs électriques;* ils sont basés sur le principe de la *réversibilité* des dynamos.

Nous avons vu que la dynamo fournissait un courant électrique lorsqu'au moyen d'une force mécanique on communiquait un mouvement de rotation à l'induit ; réciproquement si on envoie un courant électrique dans cet induit, il se mettra à tourner et pourra, au moyen de son axe, transmettre la force mécanique développée.

En étudiant les accumulateurs, nous avions déjà constaté la possibilité de la réversibilité des actions chimiques et électriques; nous allons voir maintenant qu'il en est de même pour les formes mécaniques et électriques de l'énergie qui peuvent se transformer l'une dans l'autre, avec la plus grande facilité.

Principe des moteurs à courant continu. — Nous savons que lorsqu'un courant circule à travers une bobine, il se produit à l'intérieur de cette bobine un champ magnétique dont les lignes de force suivent un sens indiqué par la règle du tire-bouchon de Maxwell.

Si cette bobine est disposée dans un autre champ magnétique de telle façon qu'elle soit libre de se mouvoir, elle prendra rapidement une position telle que ses propres lignes de force coïncident, comme direction et comme sens, avec les lignes de force du champ étranger.

L'anneau de Gramme (fig. 17) peut être considéré comme formé par la juxtaposition de deux bobines en demi-cercles, juxtaposées l'une à l'autre par leurs extrémités, situées l'une à droite, l'autre à gauche et parcourues chacune par un courant de sens inverse. Faisons passer dans le fil conducteur enroulé sur l'anneau un courant continu, de même sens que celui qui le parcourt lorsque la dynamo est génératrice, et qui lui sera transmis par l'intermédiaire des balais et du collecteur. Voyons ce qui va se passer.

La spire 3 par exemple est parcourue par un courant qui va de l'intérieur à l'extérieur de l'anneau ; le champ produit par le passage du courant à travers cette spire a ses lignes de force parallèles à celles du champ des inducteurs, mais dirigées en sens inverse ; aussi elle va tendre à se déplacer de B vers A, pour mettre ses lignes de force en concordance avec celles du

champ. La spire 2, dont les lignes de force sont perpendiculaires à celles du champ, tendra de même à gagner A, pour établir la concordance de direction et de sens. Les spires intermédiaires entre B et A agiront pareillement, et finalement toute la moitié droite de l'anneau sera entraînée à tourner vers A.

Dans la moitié gauche de l'anneau, la spire 3' a ses lignes de force de même sens que celles du champ extérieur, mais pour les mettre en parallélisme, elle tendra à gagner le point B ; il en sera de même pour la spire 4 qui a ses lignes de force perpendiculaires et pour la spire 4' qui les a obliques par rapport au champ.

Chaque spire de la moitié droite arrivant en A, et chaque spire de la moitié gauche arrivant en B, est en position d'équilibre, puisque ses lignes de force correspondent comme direction et comme sens à celles du champ engendré par les inducteurs. Mais en vertu de la vitesse acquise et surtout par suite de l'action d'entraînement, de poussée produite par les autres spires qui tendent aussi à gagner les points A et B, le mouvement de rotation continue.

Pour mettre le moteur en marche, il est parfois nécessaire de lui donner avec la main une impulsion initiale, pour vaincre l'inertie et assurer le *démarrage*, lorsqu'il s'agit de *moteurs en dérivation*, puis le mouvement continue tant que nous faisons passer le courant dans l'induit. Pour les *moteurs en série* au contraire, le démarrage s'effectue avec une très grande énergie, parce que le courant du début est très intense ; il pourrait même altérer l'induit, ce qui oblige à intercaler dans le circuit un *rhéostat de démarrage* dont on supprime progressivement la résistance, lorsque la mise en route est effectuée.

De ce qui précède on conclut facilement que la force mécanique que nous étions obligé de dépenser, pour faire progresser la spire dans le champ magnétique, quand la dynamo était génératrice, est *réversée* lorsque la dynamo devient réceptrice.

Cette réversibilité des dynamos n'est qu'une application générale d'une loi de mécanique qui veut que la *réaction* soit de sens contraire à l'*action*.

Une comparaison hydraulique fera bien comprendre le phénomène. Si par l'intermédiaire d'une turbine actionnée par une roue dentée mise en mouvement par une manivelle, nous refoulons l'eau d'une conduite dans un réservoir supérieur, nous dépensons de l'énergie mécanique pour faire monter l'eau à un certain niveau. Cessons brusquement notre effort, et nous verrons sous la pression de l'eau la turbine et la roue dentée être mises en mouvement et tourner en sens inverse.

Sens de rotation d'une dynamo réceptrice. — Lorsqu'on utilise une *dynamo-série* comme réceptrice et qu'on lui envoie un courant de même sens que celui qu'elle fournissait, quand elle était génératrice, les champs électriques des électros et de l'anneau conservent leurs signes et leurs réactions sont de

même sens ; or, comme l'anneau est libre, il obéit à ces réactions et prend un mouvement inverse de celui qu'il possédait lorsque la dynamo était génératrice.

S'il s'agit au contraire d'une *dynamo-shunt*, le courant conserve son sens dans l'anneau, quand la machine devient réceptrice, mais il change dans l'électro ; les réactions s'exercent en sens contraire de ce qu'elles étaient dans la génératrice, et la machine tourne dans le même sens, qu'elle soit employée comme génératrice ou réceptrice.

Il en résulte que dans les dynamos-série utilisées comme réceptrices, il faudra changer le sens des balais, sans quoi l'induit tournerait à *contre-balais;*

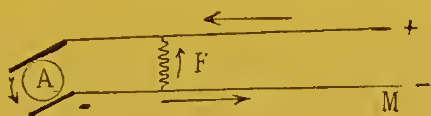


Fig. 43.

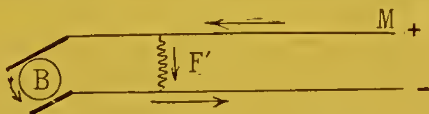


Fig. 44.

mais dans les deux variétés de dynamo employées comme moteur, il faut caler les balais en arrière du sens du mouvement et non en avant comme lorsque la machine était génératrice.

Les deux schémas suivants empruntés à Cadiat et Dubost montrent la marche inverse du courant dans les électros d'une dynamo-shunt, suivant qu'elle fonctionne comme génératrice ou réceptrice.

Dans la génératrice A (fig. 43), le courant, circulant dans le sens de M, a dans les électros la direction F ascendante ; dans la réceptrice B (fig. 44), le courant partant de M aura dans l'anneau le même sens que dans la génératrice A, mais dans les électros il sera descendant, suivant F'.

La loi qui règle le mouvement de l'anneau dans les réceptrices est l'inverse de celle de Lenz ; elle peut s'énoncer : *le mouvement pris par l'anneau est toujours tel qu'en vertu des inductions magnéto-électriques qu'il développe, il tend à s'opposer au courant.*

B. — Moteurs a courants alternatifs

Avec Cadiat et Dubost, on peut les classer de la façon suivante : 1° moteurs à champ constant, ou moteurs synchrones ; 2° moteurs alternatifs ; 3° moteurs à champ tournant.

1° *Moteurs à champ constant, ou synchrones.*

Ils sont basés sur la propriété que possèdent les alternateurs d'être réversibles, tout comme les dynamos à courant continu.

Les inducteurs de la réceptrice sont alimentés par une source étrangère ou par une partie du courant redressé. Avant de lancer le courant alternatif de la génératrice dans l'induit de la réceptrice, il faut préalablement communiquer à l'induit une vitesse angulaire correspondant à la fréquence du courant alternatif qui va le traverser. La fréquence des courants industriels comprend généralement 25 à 100 périodes par seconde. Or, si l'on a affaire à

un courant ayant une fréquence de 60, il faudra commencer par imprimer à l'induit une vitesse de 60 tours par seconde, puis faire passer le courant de la génératrice, et la rotation de l'induit de la réceptrice se continuera synchroniquement avec celui de la génératrice.

2° *Moteurs à champ alternatif.* — Une dynamo quelconque à courant continu alimentée par du courant alternatif se met à tourner, comme le ferait un électrodynamomètre et produit un travail mécanique. Il faut employer des inducteurs feuilletés pour éviter les pertes énormes dues aux courants de Foucault.

Ces moteurs sont peu employés.

3° *Moteurs à champ tournant.* — L'alimentation des moteurs à courant alternatif simple, synchrones ou asynchrones, rencontre en pratique des difficultés assez considérables. Il en est autrement pour les moteurs à champ

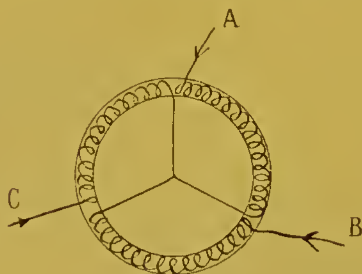


Fig. 45.

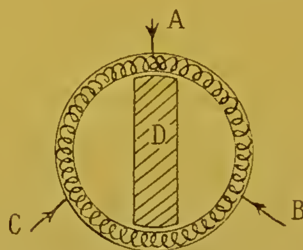


Fig. 46.

tournant, alimentés par les courants alternatifs polyphasés. Ici c'est la simplicité même.

Le principe des moteurs à champ tournant indiqué en 1888 par Ferraris, est basé sur l'expérience suivante due à Arago : si on fait tourner un aimant sous un disque de cuivre, le disque, par suite de la production de courants de Foucault, est entraîné dans le sens de la rotation de l'aimant. Les courants de Foucault ne se développent que s'il existe une différence de vitesse entre le champ magnétique et le disque, c'est ce qui explique pourquoi le disque aura toujours une vitesse un peu inférieure à celle du champ tournant.

L'emploi des courants triphasés permet facilement de produire un champ magnétique tournant, sans déplacer l'anneau inducteur. Les trois fils de la ligne venant d'une machine à courants triphasés aboutissent sur un anneau de fer doux à trois enroulements, en étoile (fig. 45), ou en triangle (fig. 46). Les trois courants qui arrivent de la dynamo sont décalés l'un par rapport à l'autre de 1/3 de période; il en résulte que chaque partie de l'anneau va être successivement le siège d'un champ magnétique ; ces champs magnétiques tourneront constamment dans le sens A B C A, et chaque champ suivra le précédent à un intervalle de 1/3 de période.

Plaçons au centre de l'anneau, suivant l'un des diamètres, un bloc de fer massif D, mobile autour d'un axe non isolé perpendiculaire au plan de

l'anneau ; nous obtiendrons ainsi un induit très simple dans lequel se développeront des courants de Foucault qui assureront son mouvement, lorsque le champ tournant se produira.

Au moyen de modifications de construction de l'induit que l'on peut garnir d'un enroulement bobiné fermé sur lui-même, ou alimenté par un courant continu au moyen de deux frotteurs on peut obtenir des champs tournants synchrones ou asynchrones. De même, on peut construire l'induit de façon à ce qu'au lieu de posséder seulement deux pôles, il en ait plusieurs.

Grâce à l'emploi de ces moteurs alimentés par du courant polyphasé ou par du courant alternatif simple que l'on décale au moyen de certains procédés spéciaux, on peut entraîner une génératrice fournissant du courant continu à ses bornes. Nous obtenons ainsi le courant de forme voulue, le courant continu nécessaire à l'alimentation des appareils radiographiques. Cette transformation amène nécessairement la perte d'une certaine quantité d'énergie électrique.

§ 2. — Transformateurs de qualité électrique

Les moteurs à courants continus et alternatifs sont des *transformateurs énergétiques*, utilisant l'électricité pour produire du mouvement; nous savons que l'on peut utiliser le mouvement engendré par les dynamos réceptrices à courants alternatifs simples ou polyphasés, pour actionner une dynamo génératrice de courant continu. Il est maintenant indispensable de faire subir à ce courant de *forme* continue une transformation de *qualité* qui portera sur ses deux facteurs : force électromotrice et intensité. Il nous est livré à faible tension et forte intensité ; il faut l'amener à forte tension et faible intensité, pour alimenter le tube de Crookes.

Nous utiliserons, pour produire cette mutation, les appareils dits *transformateurs élévateurs de tension* qui sont de deux sortes : A) transformateurs à circuit magnétique ouvert, et B) transformateurs à circuit magnétique fermé.

Faisons remarquer en passant que la transformation du courant continu de basse tension, en courant continu de haute tension étant pratiquement peu facile, nous allons, avec les transformateurs à circuit magnétique ouvert, transformer ce courant continu de basse tension que nous avons parfois beaucoup de mal à obtenir, en courant alternatif de haute tension.

Le courant alternatif au contraire se prête admirablement à toutes les transformations ; il passe avec la plus grande facilité de la basse tension à la haute tension et pour obtenir ce changement qualificatif, on peut utiliser les deux variétés de transformateurs à circuit magnétique ouvert, ou à circuit magnétique fermé.

A. — Transformateurs a circuit magnétique ouvert

La *bobine de Ruhmkorff* est le type des transformateurs à circuit magnétique ouvert, c'est-à-dire dont les deux pôles magnétiques ne sont pas en

contact. Elle mérite d'être bien connue, car elle constitue l'un des organes les plus importants d'une installation radiographique.

La bobine de Ruhmkorff est basée sur le principe de l'*induction mutuelle* de deux circuits ; mais le fonctionnement de l'appareil est compliqué par des phénomènes parasites de *self-induction* contre lesquels nous avons à lutter et que nous allons tout d'abord étudier.

a) Self-induction. — L'on sait que l'écoulement normal d'un liquide dans un tuyau est précédé d'une *période variable*, pendant laquelle le courant, d'abord nul augmente constamment (Claude).

L'établissement du courant électrique dans un conducteur se comporte exactement de la même façon, car le conducteur, outre sa *résistance ohmique*, oppose au passage du courant une certaine *inertie*, constituant la self-induction que l'on mesure non plus en *ohms*, mais en *henrys*.

Etudions d'un peu plus près ce *régime variable* qui précède l'établissement du régime permanent, dans un conducteur parcouru par un courant. Il est dû à la création du champ magnétique qui se forme autour du conducteur, dès que le courant commence à circuler ; or ce champ magnétique une fois créé persiste pendant tout le passage du courant, ce qui explique la soustraction faite une fois pour toutes au courant, au moment de son établissement, d'une certaine quantité d'énergie électrique nécessaire à la création de ce champ.

La quantité d'énergie électrique ainsi soustraite variera suivant l'intensité du champ magnétique à créer. Si ce champ est relativement faible au pourtour d'un conducteur rectiligne, il devient au contraire très important autour d'une bobine, surtout si cette bobine porte dans son intérieur un noyau de fer, comme c'est le cas pour la bobine de Ruhmkorff. Le champ devient alors suffisamment intense, pour qu'on puisse mettre en évidence la période variable, en intercalant un ampèremètre apériodique dans le circuit de la bobine. Lorsqu'on ferme le circuit, on voit lentement l'aiguille arriver à sa position d'équilibre, tandis que si l'on enlève le noyau de fer, l'aiguille gagne rapidement cette position, par le fait que la self-induction du conducteur a notablement diminuée.

Au moment de l'interruption du circuit que va devenir le champ magnétique qui représente de l'énergie emmagasinée pendant le passage du courant et qui devient disponible à sa rupture ? Elle va agir comme le *coup de bélier* des machines hydrauliques et produire un choc en retour. En effet dans notre circuit la disparition subite du champ magnétique amène une variation du flux qui se traduit, suivant les lois de l'induction, par la production d'une force électromotrice induite directe, c'est-à-dire de même sens que le courant primitif, représentée par l'*extra-courant de rupture* et donnant lieu à une forte étincelle entre les deux extrémités de l'interrupteur.

Nous pouvons dire également maintenant que le retard à l'établissement du courant, à la fermeture du circuit, résulte de ce que, au moment de la création du champ magnétique, il se développe dans les spires de la bobine,

en vertu de la loi de Lenz, une force électromotrice induite, mais de sens inverse au courant principal cette fois, puisque le flux augmente. Cette force contre-électromotrice qui retarde l'établissement du régime permanent est ce que l'on appelle l'*impédance* (empêchement au courant) ; l'impédance qui est le produit de la résistance ohmique et de la self-induction ou *réactance* engendre l'extra-courant de fermeture.

L'expérience suivante rend visibles les propriétés de l'extra-courant de rupture. Dans le circuit d'alimentation d'une bobine, intercalons dans une dérivation faite en avant et en arrière de l'interrupteur, une lampe à incandescence de résistance telle que son fil ne soit porté qu'au rouge sombre lorsque le régime permanent est établi ; nous verrons la lampe briller d'un vif éclat à chaque rupture. Pourquoi ? Parce que l'extra-courant de rupture trouvera plus de facilité à parcourir le fil de la lampe, qu'à franchir l'espace d'air peu conducteur qui sépare les deux pôles de l'interrupteur, et l'étincelle de rupture sera presque complètement supprimée.

Cette expérience nous montre aussi que les tensions développées en un temps très court par l'extra-courant de rupture sont beaucoup plus grandes que celles de la source elle-même ; d'où le vif éclat de la lampe à ce moment. C'est l'analogue des effets du coup de bélier hydraulique.

Nous en tirerons une conclusion pratique ; pour supprimer l'étincelle de rupture qui finirait par détériorer les pôles de l'interrupteur, nous l'éteindrons au moyen d'une lampe placée en dérivation, ou bien nous absorberons l'extra-courant de rupture dans le condensateur de Fizeau, d'où l'énergie emmagasinée à chaque rupture s'écoulera à la fermeture suivante, en venant renforcer le courant principal.

En représentant par L la self-induction d'une bobine mesurée en *henrys*, on démontre que la quantité d'énergie distraite du courant principal de I ampères, s'exprime en *watts-secondes* ou *joules*, par la formule suivante :

$$W = \frac{1}{2} LI^2.$$

En supposant que la bobine ait une résistance de 10 henrys, et que l'intensité du courant soit de 10 ampères, nous avons :

$$W = \frac{1\,000}{2} = 500 \text{ joules},$$

ou 50 kilogrammètres qui seront dépensés en 0,1 de seconde, car l'étincelle a environ cette durée.

En considérant les qualités d'instantanéité et de haute tension que nous avons reconnues à l'extra-courant de rupture, il y aurait peut-être avantage à utiliser cet extra-courant pour alimenter le primaire d'une bobine ; on aurait ainsi dans ce primaire des effets intenses et brusques, et comme résultante, des courants de tension très élevés dans le secondaire.

b) Induction mutuelle de deux circuits. — Si nous plaçons, autour de l'enroulement de la bobine de self-induction, un deuxième enroulement isolé

du précédent, et que nous fassions passer un courant dans le premier qui constituera le *primaire* de la bobine, les variations du champ magnétique au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant produiront sur le secondaire les mêmes effets que sur le primaire. Suivant les lois de l'induction, la force électromotrice développée dans ces deux situations nous donnera un courant *inverse* à la *fermeture* et un courant *direct* à l'*ouverture*, à condition que le circuit secondaire soit fermé sur lui-même ou sur une résistance ; l'air par exemple jouera le rôle de résistance et permettra à une étincelle de jaillir entre les deux extrémités du fil du secondaire, si toutefois la distance qui les sépare n'est pas trop grande.

L'énergie électrique constatée dans le secondaire ne peut évidemment provenir que de l'énergie fournie au primaire par le générateur d'électricité. Cette transmission d'énergie s'effectue à travers l'isolant qui sépare les deux circuits, par l'intermédiaire et aux dépens directs du champ magnétique développé par le primaire, car les diélectriques sont perméables aux lignes de force.

Lorsque le circuit secondaire est fermé, si on étudie comme précédemment la période variable d'établissement du courant primaire, au moyen d'un ampèremètre apériodique, on constate que l'aiguille dévie beaucoup plus que lorsqu'il n'y a pas de circuit secondaire. La raison en est que le primaire doit fournir, en plus de la quantité d'énergie nécessaire à la création du champ magnétique normal, le supplément de flux magnétique absorbé par la production du courant induit dans le secondaire au moment de la fermeture du courant. Le courant induit direct du secondaire qui se forme à l'ouverture du courant primaire, au moment de la disparition du champ magnétique, provient de l'absorption d'une partie du flux de ce champ ; aussi comme conséquence on constate une diminution dans la force de l'étincelle résultant de l'extra-courant de rupture.

Pour bien faire comprendre l'induction mutuelle et représenter, comme dit Claude, avec une réelle simplicité des résultats qu'il serait délicat de demander à d'autres raisonnements, nous emprunterons à cet auteur sa comparaison hydraulique et la figure qui lui permet de faire saisir nettement les différentes phases du phénomène.

Représentons le primaire à grande self-induction traversé par un courant, par un tuyau T (fig. 47) long et large, alimenté par un vase V. Dans le tuyau ainsi constitué et présentant une grande inertie, plaçons une palette P articulée en son centre O et disposée de manière à obstruer en partie seulement la section du tuyau T. Lorsque la palette est au repos, elle est maintenue verticale au moyen d'un ressort *r*. Le robinet R permet d'ouvrir et de fermer à volonté le tuyau T. A ce premier tuyau, nous en accolerons un second T', rempli d'eau et fermé sur lui-même ; l'extrémité supérieure de la palette P fera dans son canal une saillie égale à celle qu'elle fait dans T.

Le tuyau T' va jouer le rôle d'un circuit électrique fermé, d'un secondaire, alors que T représente le primaire alimenté par le réservoir V qui occupe la place du générateur d'électricité. La palette P formant une sorte de lien

entre T et T′ fonctionnera comme le champ magnétique créé par le primaire.

Si l'on établit le courant, en ouvrant le robinet R, la partie inférieure de la palette se déplace vers la droite, tandis que sa partie supérieure incline à gauche. Fermons le robinet et la palette reprend sa position verticale d'équilibre, en se déplaçant en sens inverse de tout à l'heure. Que s'est-il passé? A l'établissement du courant, pendant que le liquide dans T s'écoulait vers la droite, dans T′ il se déplaçait vers la gauche; autrement dit le courant induit dans T′ est inverse du courant inducteur T. A la suppression du courant au contraire, le courant induit dans T′ est de même sens que le courant inducteur primitif, et la quantité de liquide déplacée vers

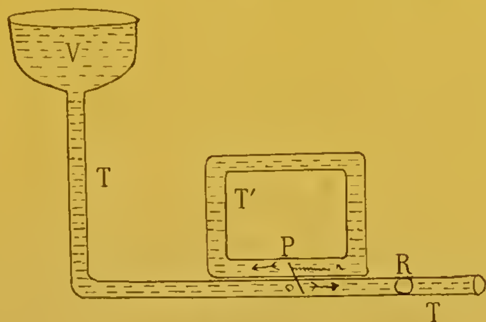


Fig. 47.

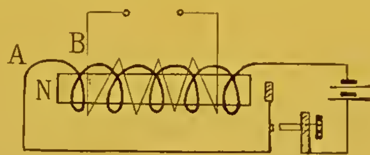


Fig. 48.

la droite dans T′ est égale à celle qui précédemment avait été entraînée vers la gauche.

Mais comme la palette met un temps plus court pour revenir à la position verticale de repos, que pour s'incliner primitivement, le déplacement du liquide se fait plus rapidement; il en résulte que le courant liquide induit à la rupture du courant est plus intense et s'établit sous une tension, un potentiel plus élevé, par suite du coup de bélier qui intervient. Nous pouvons nous en rendre facilement compte, en branchant un manomètre sur le tube T′.

Nous retrouvons les phénomènes sous un aspect identique dans un circuit électrique : la quantité d'électricité, correspondant au courant induit d'établissement, est égale à celle du courant induit de rupture ; mais à la rupture cette quantité équivalente d'électricité est mise en jeu sous un potentiel plus élevé.

Nous sommes maintenant en mesure de comprendre le fonctionnement de la bobine de Ruhmkorff, et nous allons étudier ses trois parties constituantes : la bobine à proprement parler, l'interrupteur, le condensateur, et indiquer le meilleur dispositif à adopter pour chacune d'elles, de façon à obtenir le meilleur rendement en rayons de Rœntgen.

L'instrument construit par Ruhmkorff, en 1851, était loin de présenter l'aspect et la puissance de ceux que nous manions aujourd'hui.

c) Bobine de Ruhmkorff. — Elle se compose : d'un noyau de fer N, d'un circuit inducteur A, d'un circuit induit B (fig. 48).

Le *noyau de fer*, comme nous l'a montré l'étude de la self-induction, est destiné à empêcher le courant d'arriver trop vite à son régime permanent,

car s'il en était ainsi, nous aurions un champ magnétique peu intense. Le barreau s'aimante dès qu'un courant traverse la bobine; mais pour qu'il se désaimante aussitôt la cessation du courant, il faut qu'il soit en fer doux, et de plus, pour éviter la production dans son intérieur des multiples courants de Foucault fermés sur eux-mêmes à l'intérieur du fer, qui absorberaient en pure perte, pour la transformer en chaleur, une partie de l'énergie fournie par la source électrique, on construit le noyau en fer feuilleté, ou en fils minces de fer doux disposés parallèlement pour former faisceau.

Circuit inducteur ou primaire. — Sur le noyau recouvert d'une matière isolante, papier ou étoffe paraffinée, est enroulé, de façon à constituer deux tours superposés d'un bout à l'autre du barreau, un fil de cuivre rouge bien isolé, gros et court, dont le diamètre sera en rapport avec la puissance du courant d'alimentation fourni par la source d'électricité.

Circuit induit ou secondaire. — On recouvre l'inducteur d'un manchon de verre, d'ébonite, d'une couche de caoutchouc ou de paraffine, et sur cette enveloppe parfaitement isolante, on enroule, en un plus ou moins grand nombre de couches superposées, un fil de cuivre ou d'argent bien isolé, ayant un diamètre de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre et une longueur qui peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres. En augmentant la longueur du fil fin, le courant induit gagne en tension; en augmentant son diamètre, le courant induit gagne en quantité.

Une des principales difficultés de la construction des bobines réside dans l'isolement parfait des différentes spires de l'induit, car la moindre solution de continuité dans l'isolant est la cause de décharges internes qui peuvent brûler le fil et mettre l'appareil hors de service, ou en tout cas amènent une diminution dans le rendement. Ce danger est surtout grand aux extrémités de la bobine où les spires superposées se trouvent relativement les unes aux autres dans des états de tension électrique très différents. Malgré tout le soin que l'on peut apporter à recouvrir les fils, de soie, de paraffine, ou d'un vernis à la gomme laque, d'interposer entre chaque spire une légère couche d'isolant, de placer du papier ciré entre les divers plans, etc., l'accident peut se produire. Pour diminuer ses chances de production, le mieux est de composer la bobine d'une série de galettes juxtaposées et réunies en tension, suivant le système de Poggendorff. Dans ces bobines dites *cloisonnées* les chances de décharges intérieures sont moindres, et en cas d'accident la réparation est plus facile.

Il y a même avantage à isoler les parties extérieures de la bobine; car si l'on examine une bobine fonctionnant dans l'obscurité, on voit, à la surface de l'enveloppement externe de l'induit, des aigrettes lumineuses jaillissant de tous les côtés, et qui amènent une perte d'autant plus grande que l'air est plus hygrométrique. C'est pourquoi il est bon, par les temps d'humidité, de passer un linge sec et chaud à la surface de la bobine, avant de la mettre en marche. C'est pourquoi également la plupart des fabricants français en sont arrivés à noyer complètement la bobine dans une caisse remplie de

paraffine ou de gomme laque, ou d'un isolant spécial (Rochefort). Les pôles du primaire et du secondaire seuls émergent au dehors.

Les deux extrémités du secondaire aboutissent à deux bornes auxquelles on adapte deux tiges de cuivre appelées *excitateurs*, terminées par des boules de même métal. Les excitateurs peuvent être fixés sur le bord supérieur de la bobine, ou mieux pour les fortes bobines, placés à côté d'elles et supportés par des colonnes de verre qui assurent leur isolement complet. Avec cette dernière disposition on n'a pas à craindre de voir la bobine crevée par un étincelle qui jaillirait entre l'un des excitateurs et une des spires de l'enroulement du secondaire.

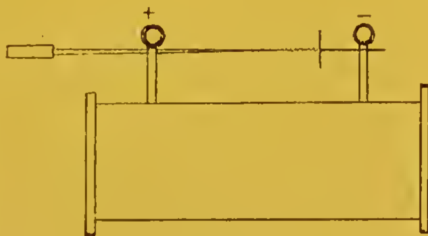


Fig. 49.

Les excitateurs servent à mesurer la longueur de l'étincelle fournie par les différentes bobines et par la même bobine, suivant les conditions variables de son alimentation. C'est grâce à eux que nous pouvons, au moyen de *l'étincelle équivalente* dont nous reparlerons ultérieurement, proportionner la tension du courant induit au degré de vide du tube de Crookes employé.

Il faut bien savoir que la distance explosive ne varie pas proportionnellement à la différence de potentiel. Le rapport entre la distance explosive et la différence de potentiel correspondante dépend du diamètre des boules polaires. La différence de potentiel augmente avec le diamètre des boules, pour une même distance explosive.

Pour que l'étincelle se produise dans les meilleures conditions, on la fait jaillir d'une tige de cuivre terminée en pointe à l'une de ses extrémités et portant un manche isolant à l'autre bout. Cette tige de cuivre glisse horizontalement dans un trou percé dans l'excitateur qui a la polarité positive, et peut, pendant le fonctionnement de la bobine, être rapprochée ou éloignée à la main, de la face correspondante d'une plaque circulaire de cuivre placée de champ et fixée sur l'autre excitateur par une tige support horizontale (fig. 49).

Pour apprécier immédiatement et exactement la longueur de l'étincelle produite entre les deux pôles, il est bon de graduer en centimètres la tige mobile et l'on dispose ainsi de ce que Béclère a appelé un *spintermètre*.

Modifications de la bobine de Ruhmkorff. — Le *transformateur de Rochefort* diffère de la bobine classique de Ruhmkorff, à la fois par son aspect et par sa structure intérieure. Il se présente sous la forme d'un cylindre vertical fermé à sa partie supérieure par un plateau qui porte les deux bornes du primaire PP'. Les bornes du secondaire SS' sont placées sur une génératrice verticale du cylindre.

Les diélectriques solides employés dans les bobines ordinaires pour assurer l'isolement, pouvant se fissurer avec le temps, par l'effet d'une dessiccation trop brusque, d'une rétraction spontanée, ou sous l'action des énormes

pressions électriques auxquelles ils sont soumis, Rochefort a cherché à les remplacer. Il a reconnu que les liquides, par suite de l'excessive mobilité de leurs molécules constituaient de mauvais isolants, et il eut l'idée de recourir aux diélectriques visqueux qui n'ont pas l'inconvénient des liquides, et dans lesquels une brèche accidentelle se comble cependant d'elle-même, si elle se produit. Ces diélectriques constitués par des carbures d'hydrogène laissent encore déposer dans leur intérieur, comme cela se voit avec les liquides, sous l'influence des courants électriques venant des deux pôles et se neutralisant dans leur masse, des traînées de poussières charbonneuses qui compromettent l'isolement et établissent des court-circuits intérieurs; aussi Rochefort emploie-t-il un dispositif spécial pour empêcher ce dépôt. Ni l'état électrique, ni l'état physique de l'isolant ne peuvent varier avec le temps et la bobine est absolument *increvable*.

La découverte de ce nouvel isolement a permis de simplifier notablement la structure interne de la bobine. Le primaire constitué par un noyau de fer doux N, autour duquel s'enroule une double couche d'un gros fil de cuivre H, est enfermé dans un tube isolant, et ne diffère pas de celui de Ruhmkorff; mais au lieu de composer le secondaire avec 50 ou 60 galettes formées par des longueurs de 17 à 18 kilomètres de fil, décrivant 60.000 spires et pesant 15 kilogrammes, il suffit d'une seule bobine induite maintenue au niveau de la région médiane du cylindre inducteur, et pesant 600 grammes.

Inducteur et induit ainsi disposés sont placés verticalement dans un vase rempli de l'isolant carburé pâteux.

Cet appareil consomme en moyenne 5 à 6 fois moins d'énergie, sous une pression deux fois moins grande, pour donner une étincelle de même longueur et aussi nourrie que celle que fournit une bobine ordinaire.

Rochefort construit des transformateurs donnant 50 centimètres d'étincelle, avec 12 volts et 6 ampères, soit 72 watts.

Les caractéristiques de ce nouveau transformateur représenté schématiquement, en coupe verticale (fig. 50), sont les suivantes : isolant spécial supérieur à ceux généralement employés; augmentation du rendement; simplification et économie de construction.

Le *transformateur de Ropiquet* décrit par Deroide (de Lille)[1] est également de construction très simple et de rendement avantageux. L'appareil est basé sur le principe suivant : dans une bobine de Ruhmkorff, toutes choses étant égales, l'inducteur provoque dans l'induit un courant d'autant plus intense que le fil induit se trouve plus rapproché du centre et de l'axe de l'inducteur.

L'action de l'inducteur comporte trois modes d'action distincts : 1° transformation, par le passage du courant primaire, du noyau de fer doux en électro-aimant; 2° action du primaire sur le fil induit ou secondaire; 3° action de l'électro-aimant sur l'induit. L'action du courant primaire sur l'induit étant négligeable, en comparaison de celle que produit l'électro-aimant,

[1] *Presse médicale*, 30 décembre 1899, p. 373.

Ropiquet se contente d'enrouler le primaire sur les extrémités du faisceau de fer doux, et il place l'induit dans l'espace central laissé libre (fig. 51). Il donne à la bobine induite la forme d'une sphère ayant pour centre le milieu du noyau de fer doux, de façon que tous les points extrêmes de l'induit se trouvent sensiblement équidistants de ce milieu.

D'autre part, au lieu d'employer un fil unique, comme dans la bobine de Ruhmkorff, il prend deux ou trois fils qu'il embobine du même coup et de

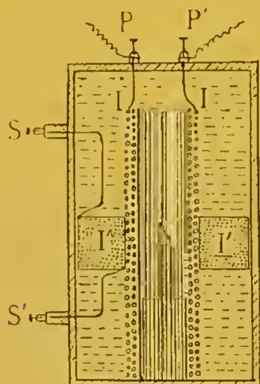


Fig. 50.

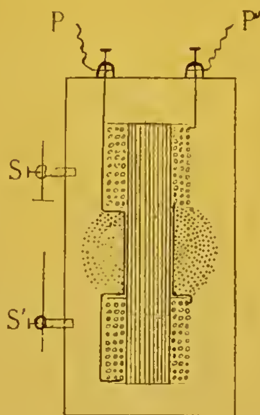


Fig. 51.

front, dans le même ordre et dans le même sens, de sorte qu'il a en réalité deux ou trois bobines fondues ensemble et réunies en quantité.

Inducteur et induit sont noyés dans un isolant pâteux et placés verticalement dans un vase sur lequel les bornes du primaire et du secondaire sont disposées comme dans l'appareil de Rochefort.

d) Interrupteurs mécaniques. — Nous adoptons pour désigner les instruments qui produisent des interruptions fréquentes et régulièrement espacées dans le circuit primaire, le nom d'interrupteurs mécaniques, pour les différencier des interrupteurs à main et des interrupteurs automatiques de sûreté dont nous aurons à parler plus tard.

1° Interrupteurs pour courants continus. — Ils sont de nature diverse.

α. *Interrupteurs à platine*. — Les modèles en sont nombreux.

Dans les uns on utilise les vibrations d'une lame élastique; c'est le *trembleur de Neef* (fig. 52), dans lequel un disque de fer doux F fixé à l'extrémité d'une lame métallique élastique, se trouve en face et à faible distance du noyau N de la bobine. La lame porte vers son milieu un contact P en platine, auquel vient s'opposer un autre contact de même métal P′ qui peut être avancé ou reculé au moyen de la vis V.

Amenons P′ au contact de P et faisons passer le courant; il arrive par le fil C, est transmis à P′ par la tige de cuivre qui supporte la vis V, se continue par P, traverse la partie gauche de la lame vibrante, passe par la colonne

de cuivre A qui supporte l'extrémité fixe de cette lame et gagne le circuit primaire de la bobine, suivant C′.

En passant dans le primaire de la bobine, le courant aimante le noyau N qui attire le disque F, d'où écartement des platines P et P′ et rupture du courant. Mais dès que le courant cesse de circuler dans le primaire, le noyau N se désaimante, et la lame élastique revient à sa position primitive, ramenant P au contact de P′. Nouveau passage du courant dans la bobine, suivi d'une rupture par éloignement des platines, et ainsi de suite.

On règle, dans une certaine mesure, l'intensité et la fréquence du courant, en appuyant plus ou moins l'un sur l'autre les deux contacts de platine au moyen de la vis V.

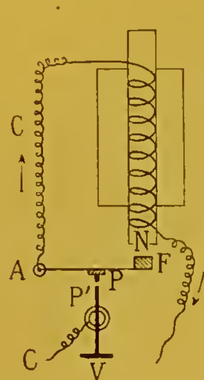


Fig. 52.

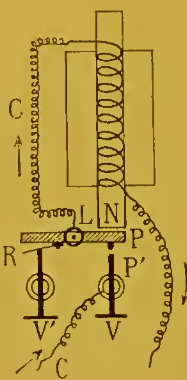


Fig. 53.

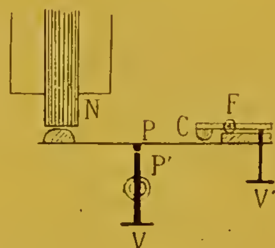


Fig. 54.

On peut obtenir avec cet appareil 20 à 30 interruptions à la seconde.

A chaque rupture du courant, il se produit entre les deux platines une étincelle due à l'extra-courant de rupture. Cette étincelle très chaude est la cause des *crachements* et du *bruit de friture*, résultant de la désagrégation moléculaire de l'extrémité des platines qui se détériorent rapidement; il arrive même parfois que les extrémités des platines en fusion *se collent*, et le courant passant alors d'une façon continue dans la bobine, peut en fondre l'isolant et la mettre hors de service, si l'on n'a pas soin de décoller immédiatement les platines en remettant d'un coup de doigt la lame élastique en vibration.

L'*interrupteur à platine de Desprez*, à ressort antagoniste réglable est de beaucoup supérieur au précédent, comme fonctionnement et rendement. Au lieu d'une lame élastique portant un marteau, il se compose d'un barreau d'acier constituant un levier qui oscille horizontalement autour de son centre L, comme ferait le fléau d'une balance, dans un plan différent. Ce levier porte, à l'extrémité qui correspond au noyau de fer doux de la bobine, un contact de platine P situé vis-à-vis l'autre platine P′ qui peut être avancé ou reculé au moyen de la vis V. A l'autre extrémité se trouve un ressort métallique R auquel la vis V′ peut communiquer une tension variable (fig. 53).

On peut avec cet appareil régler plus facilement qu'avec le précédent la fréquence des interruptions et jusqu'à un certain point l'intensité du courant dans le primaire de la bobine.

On a reconnu qu'il y avait avantage dans la pratique à faire varier, suivant les cas, la distance du marteau au noyau de l'inducteur. Dans le *trembleur de Ducretet* on arrive à ce résultat en agissant sur la lame vibrante au moyen d'un disque en caoutchouc C (fig. 54) porté par l'extrémité d'un fléau métallique mobile horizontalement autour de F et sur l'autre extrémité duquel on agit par l'action d'une vis V'. Lorsqu'on enfonce la vis V', le disque C pousse la lame élastique en arrière et écarte le marteau du noyau N.

Faisons remarquer que cet écartement était déjà réalisable dans une certaine mesure avec l'interrupteur de Desprez.

Le *phono-trembleur de Radiguet* (fig. 55) permet de varier cet écartement dans des limites encore plus étendues, et sans agir sur la tension de la

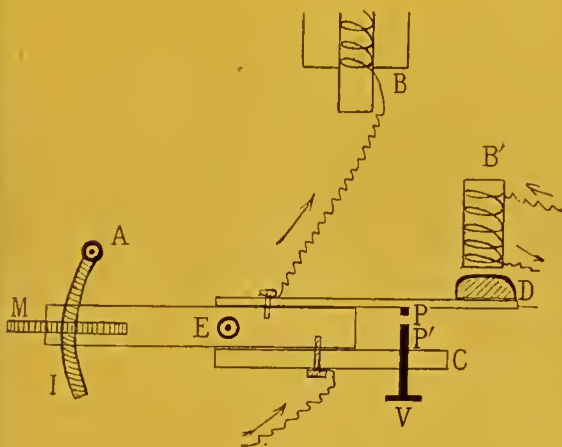


Fig. 55.

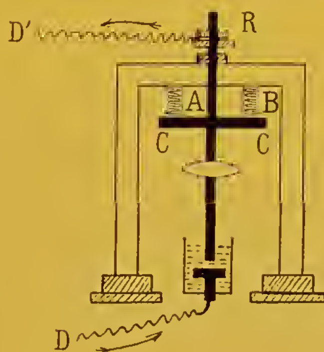


Fig. 56.

lame vibrante. A cet effet une pièce en ébonite E mobile horizontalement autour de son centre, grâce à une molette M peut progresser en avant ou en arrière sur la tige filetée I placée horizontalement et fixée sur un support vertical A. La pièce d'ébonite porte en avant la lame vibrante avec le marteau D et le contact de platine P ; sur sa face postérieure est fixée la lame de cuivre C à travers laquelle progresse la vis V entraînant le contact de platine P'.

On peut également dans cet appareil modifier la fréquence des interruptions, en employant des marteaux D de poids différent ; plus le marteau est léger, plus les vibrations de la lame élastique sont rapides.

En outre pour rendre le régime de l'interrupteur indépendant des variations d'aimantation du noyau de la bobine B, le marteau D est attiré par un électro-aimant spécial B', alimenté par une source électrique particulière, ou par une dérivation du courant principal.

Mais toutes les modifications réalisées dans les appareils précédents n'empêchent pas l'usure inégale des contacts de platine et dans certains cas leur collage.

L'*interrupteur Gaiffe d'Arsonval* obvie au contraire à ces derniers inconvénients.

Dans cet appareil un petit moteur électrique communique un mouvement de rotation à un axe portant à son extrémité un disque de platine. Le contact de platine monté sur la tige vibrante correspond à la circonférence du disque précédent; de cette façon les deux platines opposés ne se rencontrent jamais deux fois de suite au même endroit, d'où absence d'échauffement considérable, ce qui supprime la désagrégation moléculaire, l'usure irrégulière et le collage.

Le *rupteur atonique de Carpentier* n'a aucune vibration propre, ce qui permet, tout en faisant donner à la bobine son maximum d'étincelle, de le régler à la vitesse maxima compatible avec la force électromotrice de la source et la self-induction du primaire ; en outre il donne des interruptions très brusques et parfaites par conséquent.

Avec les derniers appareils et de nombreux autres modèles que nous ne voulons pas décrire, on peut obtenir un nombre d'interruptions variant de 15 à 50 par seconde. Mais les principaux avantages de l'interrupteur à platine, sa simplicité et son prix modeste disparaissent de la sorte.

En outre, fait capital, les interrupteurs à platine, quelque perfectionnés qu'ils soient ne peuvent s'employer avec les bobines donnant plus de 30 centimètres d'étincelle, parce qu'avec les courants à voltage élevé qui sont nécessaires pour leur alimentation, il existe une tension électrique capable de franchir l'espace qui sépare les deux contacts, grâce aux vapeurs métalliques conductrices qui se détachent des platines portés à une haute température.

β. *Interrupteur cuivre-cuivre de Radiguet.* — Cet appareil est une combinaison de l'interrupteur à enclume que Ruhmkorff avait annexé à sa bobine et des interrupteurs à lame oscillante décrits ci-dessus.

Une tige verticale de cuivre, prenant contact avec une enclume de même métal, constituent les deux pôles de l'interrupteur. Pendant la période de contact, le courant passe à travers l'enclume et la tige suivant la direction DD′ (fig. 56) ; mais en même temps le courant passe par les électro-aimants A B qui attirent aussitôt vers le haut l'armature CC′ et en même temps la tige verticale de cuivre qui fait corps avec elle, d'où rupture du courant. Immédiatement les noyaux des électros se désaimantent et la tige formant marteau retombe sur l'enclume ; nouveau passage du courant, suivi d'une seconde rupture et ainsi de suite.

L'étincelle due à l'extra-courant de rupture se produit dans un bain de pétrole lampant, qui l'éteint en partie, empêche l'usure trop rapide des cuivres en contact et prévient la formation de l'arc électrique qui rendrait le courant primaire continu.

Pour permettre au courant d'arriver à son état permanent, on augmente la durée du contact du marteau et de l'enclume, en coupant par un double ressort la tige verticale du marteau; sans cet artifice le marteau remonterait trop vite et la rupture se ferait pendant l'état variable du courant, d'où diminution du rendement de la bobine.

On règle à volonté le fréquence des interruptions en enlevant ou ajoutant des disques de plomb R qui sont destinés à augmenter le poids du marteau, suivant les cas.

Cet interrupteur peut être annexé à toute bobine dont le courant d'alimentation n'atteint pas 40 volts.

γ. *Interrupteurs à mercure.* — Ils constituent la classe la plus importante des appareils que nous étudions ; ce sont encore les plus employés et c'est à leur perfectionnement que s'est dépensée l'ingéniosité des fabricants.

On peut les diviser en trois groupes : interrupteurs oscillants, interrupteurs rotatifs et interrupteurs à turbine.

Les *interrupteurs oscillants*, dont un des meilleurs modèles est celui de *Rochefort*, dérivent de l'ancien interrupteur de Foucault. Ils se composent essentiellement d'une tige verticale, plongeant dans un godet rempli de mer-

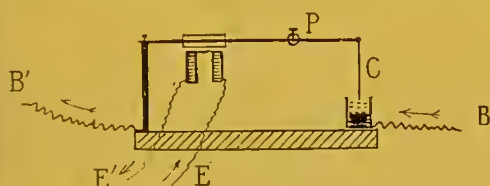


Fig. 57.

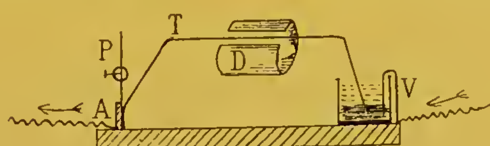


Fig. 58.

cure, articulée à l'extrémité d'un levier horizontal formé par une lame élastique attirée par l'électro-aimant au moment du passage du courant (fig. 57). Pour permettre au courant d'arriver plus sûrement à l'état permanent, le circuit des électros est alimenté par une source d'électricité spéciale ; mais on peut au besoin utiliser tout simplement une dérivation faite sur le circuit principal. Le courant d'excitation des électros est interrompu au moyen d'un petit interrupteur à platine dont un des contacts est fixé sur la face supérieure de la tige horizontale : un petit condensateur particulier lui est annexé. Un poids P mobile le long de la tige horizontale permet, par son déplacement, de régler la fréquence des interruptions. Lorsque la tige horizontale est relevée le courant EE′ passe dans les électros ; la tige horizontale attirée par eux s'abaisse et rompt le circuit EE′ mais le contact C plonge dans le mercure et le courant BB′ passe dans la bobine. Pendant ce temps les électros se désaimantent, la tige horizontale se relève, permet à nouveau au courant des électros de passer, etc.

Au moyen d'une crémaillère on peut abaisser ou élever le godet de mercure, de façon à augmenter ou diminuer la plongée de la tige verticale et permettre le passage d'un courant d'intensité graduable à volonté.

Pour éviter l'oxydation trop rapide du mercure et la formation d'une étincelle durable qui prolongerait le courant, on place au-dessus du mercure une couche d'eau distillée, de pétrole ou d'alcool.

Cet appareil de maniement facile donne d'excellents résultats.

Il est appelé par son constructeur *interrupteur oscillant à mouvement rectiligne par guide liquide*, parce que le mouvement de la tige plongeante

est rendu rectiligne grâce à un amincissement qu'elle présente dans le plan perpendiculaire au plan de flexion. Le mouvement de pelle qui produit la projection des liquides hors du godet est ainsi presque complètement évité.

L'interrupteur de *Villard* à lame vibrante, pour courant continu, diffère du précédent par ce point essentiel que le mouvement de la tige horizontale est entretenu, non plus par un électro-aimant, mais par un aimant, ce qui simplifie sa construction et son fonctionnement. Il se compose (fig. 58) d'une lame de cuivre A, placée de champ, solidement maintenue à ses extrémités et formant ressort de torsion ; en son milieu est une tige rigide recourbée T qui passe entre les pôles d'un aimant D roulé en cylindre, et se termine en pointe par une lame de nickel plongeant dans le vase V rempli de mercure et de pétrole. Un poids P mobile le long d'une tige verticale fixée sur le milieu de la lame vibrante permet au besoin de modifier la fréquence des interruptions. Le réglage de l'immersion de la tige de contact se fait au moyen d'une vis spéciale qui soulève plus ou moins le système vibrant, le godet à mercure restant immobile.

Il se développe dans la tige vibrante, par suite de son mouvement dans le champ magnétique de l'aimant, une force électromotrice d'induction, nuisible seulement pendant la période d'ascension de la tige, mais qui a pour effet d'entretenir les oscillations communiquées par la main à la lame élastique, pour mettre l'interrupteur en branle. Le fonctionnement de cet appareil est basé sur la loi de Lenz.

L'appareil est intercalé dans le primaire de la bobine, de telle sorte que le courant le traverse en allant du godet de mercure à la lame vibrante. La mise en marche s'effectue en lui donnant avec la main une première impulsion et faisant aussitôt passer le courant.

La maison Chabaud construit un autre interrupteur de Villard, de plus grand modèle, qui convient tout spécialement aux cas où on dispose du courant d'un secteur continu à 110 volts. Sa disposition générale est la même que pour le précédent, mais la lame vibrante est remplacée par un diapason donnant 40 à 45 vibrations doubles par seconde. La mise en marche ne pouvant se faire à la main, une manette spéciale a été disposée à cet effet. Il suffit de la tourner de 180 degrés de gauche à droite, pour mettre le diapason en mouvement et établir en même temps le courant. La manette se relève ensuite d'elle-même et reste verticale, tant que le courant passe. On interrompt le courant, en la rabattant vers la gauche.

Les *interrupteurs à moteur électrique* ont été construits pour permettre de faire varier plus facilement la fréquence des interruptions. Au lieu de recourir au mouvement linéaire produit par une lame élastique et entretenu par un électro-aimant ou un aimant, on emploie le mouvement circulaire, en plaçant sur l'axe d'un petit moteur à courant continu un excentrique ou une manivelle qui communique à la tige de contact un mouvement d'oscillation vertical. Ces interrupteurs rotatifs ou à moteur se caractérisent par une grande souplesse et une fréquence des interruptions pouvant aller jusqu'à 1200 ou 1800 à la minute.

Le petit moteur à courant continu est actionné par une source électrique indépendante ou par le circuit primaire. Dans ce dernier cas, si le moteur n'a pas été construit spécialement et ne possède pas un enroulement en rapport avec la tension du primaire, il y a lieu d'interposer dans son circuit d'alimentation un rhéostat ou bien une ou plusieurs lampes à incandescence produisant une résistance proportionnelle à l'intensité du courant, sans quoi on risquerait de le brûler.

Dans les modèles de Ducretet, de Max Levy, le courant est amené à la tige oscillante par un fil souple qui se brise de temps en temps. Pour éviter cet inconvénient Siemens et Halske et plusieurs autres constructeurs allemands emploient deux godets à mercure : l'un sert à amener le courant et dans l'autre se font les interruptions. Ducretet a adopté cette modification dans son nouveau modèle.

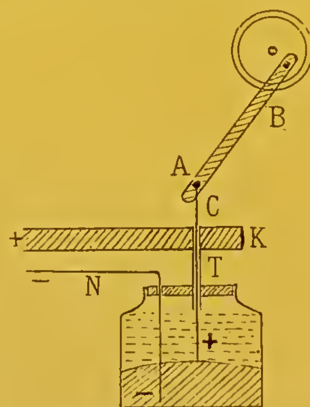


Fig. 59.

Le coût des appareils livrés par le commerce étant assez élevé, nous croyons utile de décrire l'interrupteur de fortune imaginé par Lacroix, d'Agen [1] ; chacun pourra le construire en quelques heures, à condition de posséder un petit moteur électrique.

L'extrémité de l'axe du moteur est garnie d'une poulie de 3 centimètres de diamètre environ, sur le plat de laquelle se trouve fixée une vis, dans une position excentrique. Sur cette vis on enfile une lamelle de bois B mesurant 12 millimètres de largeur, 3 millimètres d'épaisseur et 8 centimètres de longueur ; elle constitue une bielle rigide et légère qui est destinée à transformer le mouvement de rotation du moteur en mouvement alternatif, lequel sera transmis à la tige métallique de contact. Cette dernière est constituée par un fil de cuivre C courbé à angle droit à son extrémité supérieure qui s'engage dans un trou A percé à la partie inférieure de la bielle de bois (fig. 59). Le fil de cuivre passe à travers un tube de même métal T, dans lequel il coulisse à frottement doux. Le tube T est fixé à sa partie supérieure, dans une petite poutre K, en métal d'imprimerie, servant à amener le courant qui sera transmis au fil C. L'extrémité inférieure du tube de cuivre traverse un bouchon en liège fermant un flacon de verre contenant du mercure et de l'alcool ; le bouchon est également traversé par un gros conducteur fixe N, en cuivre, qui plonge jusqu'au fond du mercure. Au moment où la tige C pénètre dans le mercure, le courant passe et ressort par le conducteur N.

Tous ces interrupteurs à moteur se ressemblent beaucoup au fond, en tant que construction et fonctionnement; ils ont l'inconvénient, lorsque le va et vient de la tige est très rapide, d'agiter la surface du mercure et de donner des interruptions un peu irrégulières, selon que la tige rencontre

[1] *Archives d'électricité médicale*, février 1900, p. 75.

une crête ou un vallon produits par les ondulations oscillatoires de la surface.

Avec l'interrupteur de Ernecke, on double le nombre des interruptions, sans augmenter le nombre de tours. Pour cela il suffit de placer à chaque extrémité de l'axe du moteur deux manivelles formant entre elles un angle de 180 degrés, qui plongent successivement et à intervalles constants dans deux godets de mercure. Les deux tiges de contact et les deux godets à mercure communiquent ensemble, de sorte que pendant un tour de l'axe il y a deux contacts et deux interruptions.

L'interrupteur de Guilloz (de Nancy) est basé sur le même principe et permet d'obtenir 40 à 50 interruptions à la seconde.

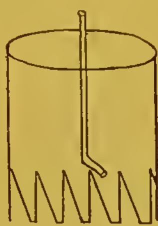


Fig. 60.

Les interrupteurs à mercure à lame vibrante ou à moteur ont sur ceux à platine l'avantage de pouvoir être employés avec des bobines de 30 à 50 centimètres d'étincelle ; mais il faut reconnaître qu'avec des courants de forte tension ils ne trouvent généralement plus leur emploi, par suite de l'arc électrique qui tend à s'établir entre la tige de contact et le mercure.

Or en cas d'interruptions très fréquentes on a précisément besoin d'une tension élevée et d'une forte intensité, pour pouvoir envoyer au primaire, en un temps très court, la quantité d'énergie électrique nécessaire.

L'*interrupteur à mercure avec turbine* construit par la Société générale d'électricité de Berlin répond au desiderata ci-dessus. La partie mobile n'est plus constituée par la tige de contact, mais par le mercure qui sort par un tube coudé à angle droit tournant rapidement autour de son axe vertical. Le jet est projeté contre la tige de contact qui n'est pas unique, mais constituée par une série de contacts représentés par des dents espacées sur un anneau cylindrique entourant le tube mobile (fig. 60). Chaque fois que le jet de mercure rencontre une dent métallique, le courant se ferme.

Le mercure tombe dans le fond du récipient d'où il est aspiré et remonté dans le réservoir d'alimentation du tube. La chambre de jet est remplie d'alcool, pour prévenir la formation de l'arc électrique.

Le mouvement de sens latéral ou vertical communiqué à la tige de contact des interrupteurs précédents est ici remplacé par un mouvement rotatoire qui permet d'obtenir des fréquences beaucoup plus considérables, pouvant aller jusqu'à 100 interruptions et au delà à la seconde. Mais il faut savoir qu'avec un nombre de tours très élevé, les interruptions pour des courants intenses ne sont pas toujours suffisamment franches.

Avec cet appareil qui fait peu de bruit en marchant, on obtient une grande fixité de l'éclairage de l'écran et le temps de pose pour la radiographie est notablement diminué.

L'interrupteur à jet de mercure de Lévy (Berlin) diffère du précédent en ce que c'est le cylindre denté qui tourne et le tube éjecteur de mercure qui est immobile.

Tous les interrupteurs à mercure présentent un inconvénient commun résultant des manipulations du mercure. Bien qu'on ait soin de le recouvrir d'un liquide isolant, il s'oxyde, devient boueux et permet en cet état la production du *filage* qui rend les interruptions irrégulières ou même en supprime certaines ; il faut alors le renouveler, le laver, le filtrer, etc.

δ. *Interrupteurs rotatifs sans mercure.* — Un des premiers type du genre a été l'*interrupteur rotatif à rendement de Londe et Leroy*. Un axe placé dans un godet vertical reçoit un mouvement de rotation d'une petite dynamo. Cet axe porte à sa partie inférieure un balai de contact qui vient frotter sur le fond du godet en décrivant une circonférence. Le fond du godet est constitué par des secteurs isolants et des secteurs métalliques disposés alternativement.

Il en résulte que le courant passe lorsque le balai porte sur les secteurs métalliques et se trouve interrompu au niveau des secteurs alternants. Les

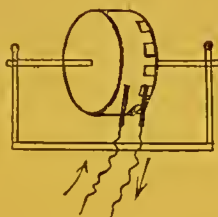


Fig. 61.

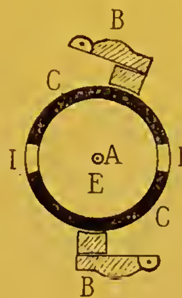


Fig. 62.

dimensions relatives des secteurs de chaque espèce sont telles que la période de fermeture du courant soit longue, et celle d'ouverture aussi brève que possible.

Le godet est rempli de pétrole, d'eau ou d'alcool glycériné, pour éteindre l'étincelle d'extra-courant.

On règle à volonté le nombre des interruptions à la seconde au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit du moteur.

L'*interrupteur à contact frottant cuivre-charbon de Contremoulins et Gaiffe* est une perfection de la roue de Masson. Cette dernière est constituée par un disque en verre ou en ébonite sur le contour duquel on a fixé une bande métallique présentant des échancrures équidistantes. La bande a donc une partie pleine et une partie dentée. La roue est mobile autour d'un axe horizontal et deux ressorts métalliques appuient l'un sur la partie pleine, l'autre sur la partie encochée (fig. 61). Avec cet appareil, dès que le courant était un peu intense les frottements des balais sur la roue grippaient et les étincelles d'extra-courant de rupture brûlaient à la fois les balais et la bande métallique. De plus, la rupture n'était pas brusque et les arcs formés par l'étincelle de rupture rendus encore plus conducteurs par la présence de vapeurs de cuivre empêchaient toute interruption.

D'Arsonval essaya de parer à ces inconvénients en plongeant l'appareil

dans l'eau, le pétrole ou l'alcool ; de cette façon il fonctionnait très bien pendant un moment, puis les pièces grippaient et l'interrupteur était détruit.

Contremoulins eut l'idée de remplacer les frotteurs métalliques par des balais en charbon et immédiatement l'appareil put fonctionner indéfiniment sans se détériorer.

L'appareil se compose de deux demi-bagues en cuivre C, fixées sur un cylindre vertical en ébonite E, et isolées l'une de l'autre par les segments I. Le cylindre traversé par un axe métallique A isolé également est mis en rotation au moyen d'un petit moteur électrique. Deux balais BB' indépendants en charbon frottent sur ce collecteur à deux sections (fig. 60). Le courant entrant par l'une des tiges porte-balais ne pourra ressortir par l'autre que lorsque les deux balais se trouveront sur une même section du collecteur. L'un des balais B' étant mobile peut à volonté être rapproché ou éloigné de l'autre, en progressant suivant un cercle ayant pour centre l'axe de l'interrupteur. Si les deux balais se trouvent situés à l'extrémité d'un même diamètre, le temps de contact simultané sera presque nul, et la durée de passage du courant insignifiante. Le temps de contact et par suite de passage du courant atteindra son maximum, quand les deux balais seront placés l'un au-dessus de l'autre, sur une même ligne verticale. On peut ainsi régler à volonté, aussi exactement qu'il est nécessaire, le temps de passage du courant. Cylindre collecteur et balais sont renfermés dans un vase rempli de pétrole, pour diminuer l'intensité de l'étincelle de rupture

Contremoulins et Gaiffe font suivre la description détaillée de leur appareil [1], des réflexions suivantes :

A toute vitesse du moteur d'entraînement, on peut faire varier la longueur de l'étincelle d'une bobine de 35 centimètres, de quelques millimètres à sa longueur totale, sans interposition d'une résistance ; il suffit de régler la position du balai mobile. Il en est ainsi sur n'importe quel voltage, de 50 volts, à 110 et même 160 volts.

Avec un courant intense, on peut obtenir une étincelle en chenille de 35 centimètres de longueur, avec une dépense de 5 à 8 ampères, tandis que le Wehnelt consommant 15 à 18 ampères ne donne que 20 à 25 centimètres de longueur de chenille.

On obtient 80 à 100 interruptions à la seconde, soit en moyenne 5.000 ou 6.000 à la minute.

C'est sans rhéostat que l'on consomme le moins d'ampères, et c'est sur 110 volts que l'appareil fonctionne le mieux.

Dans ces interrupteurs rotatifs sans mercure, on est obligé de noyer dans un liquide isolant les pièces entre lesquelles se fait l'interruption, pour éviter leur détérioration trop rapide. Ce liquide oppose une certaine résistance au mouvement de rotation, il s'échauffe assez fortement, se charge de produits métalliques provenant de l'oxydation et de l'usure des contacts et doit être renouvelé de temps en temps.

[1] *Archives d'électricité médicale*, 1901, p. 219.

L'interrupteur rotatif à étincelle soufflée d'Édison supprime les inconvénients provenant de l'emploi du mercure et du liquide isolant. Il est destiné à interrompre le courant continu de 110 à 120 volts fournis par les compagnies d'électricité ; il peut aussi fonctionner très bien sur 90 volts.

Un moteur électrique communique, au moyen d'une courroie de transmission, le mouvement de rotation à deux roues dentées isolées et portées sur le même axe, et à une turbine à air comprimé. Sur la périphérie de chaque roue frotte un balai plat qui produit les ouvertures et fermetures successives du courant, suivant que le balai est en contact avec une dent, ou répond à l'intervalle laissé libre entre deux dents. Les deux roues communiquent avec la canalisation générale et sont disposées entre elles de telle façon que les interruptions se fassent alternativement sur chacune d'elles; les balais communiquent avec le circuit de la bobine. C'est là en somme un coupe-circuit bipolaire qui permet de doubler le nombre des interruptions, pour une même vitesse du moteur. Au point où les balais viennent frotter sur les roues, un tube bifurqué amène l'air comprimé fourni par la turbine et souffle immédiatement l'étincelle de rupture qui tend à se produire. On évite ainsi la formation de l'arc électrique, sans avoir besoin de noyer l'interrupteur dans un liquide isolant. Un rhéostat permet de faire varier dans certaines limites l'intensité du courant qui traverse les roues interruptrices.

Avec ces appareils sans mercure, on peut obtenir une grande fréquence des interruptions par seconde, sans que la longueur des étincelles en soit affectée. Il en est ainsi, parce que le régime permanent peut s'établir à chaque fermeture du courant et qu'en conséquence les variations de flux conservent leur amplitude, malgré leur rapidité. Les décharges, individuellement aussi puissantes qu'avec les interrupteurs de fréquence modérée, se suivent trois ou quatre fois plus rapidement, de sorte que la puissance de la bobine est finalement multipliée par trois ou quatre, et la dépense d'énergie est plutôt diminuée puisque le courant reste moins longtemps au régime permanent.

ε. *Interrupteur électrolytique de Wehnelt.* — Nous savons que si l'on fait passer un courant à travers deux électrodes en platine plongeant dans de l'eau acidulée, il se produit le phénomène de l'électrolyse.

Si l'on constitue la cathode par une lame de plomb de quelques centimètres de large et l'anode par un fil de platine de grosseur appropriée faisant saillie à l'extrémité d'un tube de verre, et que l'on fasse passer un courant de 80 à 110 volts, il se produit, en même temps qu'une diminution soudaine de l'intensité du courant, un développement d'oxygène formant gaine sur la pointe de platine et vis-à-vis d'elle une lueur particulière jaune rougeâtre. C'est là le phénomène de Lagrange et Hoho.

Ces phénomènes, dit Donath, furent étudiés par Richarz et plus tard par Koch et Wüllner (1892) qui, en se basant sur le bruit de sifflement produit, les attribuèrent au caractère intermittent du courant.

Wehnelt, en 1899, remarqua qu'en plaçant dans le circuit, en avant de l'appareil, un solénoïde S ayant une self-induction élevée, le phénomène s'améliorait, et qu'avec l'augmentation de la tension du courant, son intensité ne diminuait plus (fig. 63).

Le phénomène est en réalité assez complexe, mais on peut admettre tout simplement que le passage du courant amène la formation sur le platine du capuchon gazeux qui n'est pas conducteur, ce qui entraîne une suspension du courant. Le courant ne passant plus, la gaine disparaît, ce qui permet un nouvel établissement qui entraîne la formation d'une nouvelle gaine inhibitrice et ainsi de suite. On peut ainsi arriver avec cet appareil à obtenir deux mille interruptions par seconde. Nous sommes par conséquent loin des 50

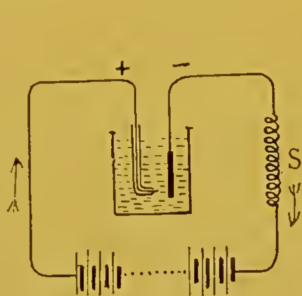


Fig. 63.

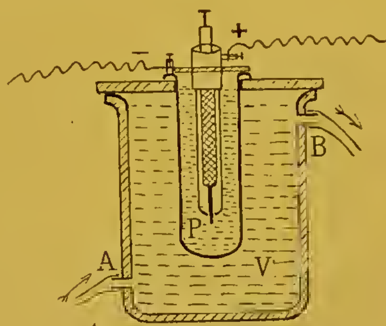


Fig. 64.

ou 100 interruptions par seconde que nous donnent les meilleurs types d'interrupteurs mécaniques.

On a songé immédiatement de tous les côtés à employer cet interrupteur très simple, peu coûteux, d'une grande régularité et d'une haute fréquence, pour actionner le primaire d'une bobine de Ruhmkorff, puisque le primaire de cet appareil joue le rôle d'un solénoïde. La self-induction de la bobine qui était gênante avec les autres interrupteurs devient favorisante avec celui-ci ; le condensateur par suite est inutile.

Il faut prendre le fil de platine comme pôle positif, car s'il était négatif, il fondrait immédiatement.

Lorsque l'interrupteur est bien construit et alimenté par un courant de 80 à 110 volts, on peut faire donner à la bobine une longueur d'étincelle normale, et cette étincelle chaude, bien nourrie, en forme d'*écheveau*, se montre, lorsqu'on lui donne une longueur moindre, sous la forme d'une *chenille* d'autant plus épaisse qu'elle est plus courte.

Pour augmenter l'intensité du courant, il suffit de faire saillir un peu plus le fil de platine à l'extrémité du tube de verre qui le contient. Des dispositifs spéciaux ont été construits dans ce but.

Avec l'interrupteur électrolytique marchant à voltage élevé, on obtient un éclairage fixe de l'écran pendant la radioscopie, et on peut faire de la radiographie en quelque sorte instantanée. L'appareil a en outre l'avantage immense de pouvoir se brancher sur un courant alternatif et de ne laisser passer que l'une des alternances du courant.

Les inconvénients de son emploi proviennent de ce que l'on consomme une grande quantité d'énergie et que les tubes de Crookes ordinaires sont rapidement mis hors de service par suite de la fonte ou du décollement du miroir anticathodique.

L'appareil de Wehnelt a été modifié de différentes façons, par les constructeurs français, allemands et anglais.

La maison Carpentier livre un Wehnelt modifié, à électrode de platine réglable, pouvant marcher avec des courants de 10 à 20 volts ; il suffit dans ce cas de chauffer préalablement la solution acidulée.

Bordier [1] a modifié le Carpentier de la façon suivante (fig. 64) ; il a fait construire un vase en plomb P reposant par ses bords sur un disque en verre placé lui-même sur un cristallisoir V. Ce dernier a été percé de deux orifices, l'un A en bas, l'autre B en haut pour permettre l'arrivée et le départ de l'eau froide.

L'eau acidulée à 20 p. 100 est placée dans le vase de plomb. La pièce du système Carpentier constituée par l'électrode en platine soudée à une vis en plomb et entourée d'un tube en verre percé à son sommet d'un orifice que traverse le platine, est maintenue dans un couvercle en fibre végétale. Sur le bord du vase de plomb est fixée la borne négative.

En faisant circuler l'eau froide de bas en haut, on obtient un refroidissement de l'eau acidulée, ce qui est indispensable pour des expériences de longue durée. On sait en effet que le Wehnelt ordinaire cesse de fonctionner lorsque la température de l'électrolyte s'élève trop et lorsqu'on emploie un voltage élevé. C'est l'inverse pour un voltage bas, comme dans le cas du Carpentier; l'interrupteur fonctionne alors mieux quand on chauffe l'électrolyte.

L'interrupteur Wehnelt est dyssymétrique. Selon que l'*électrode active,* celle dont la surface est très petite, est anode ou cathode, les phénomènes changent. C'est en se basant sur ce principe qu'ont été construits les interrupteurs électrolytiques genres Caldwell et Simon.

La *disposition Caldwell* peut être réalisée avec deux vases remplis d'eau acidulée et communiquant entre eux seulement par une ouverture étroite pratiquée dans la cloison isolante qui les sépare. Dans chacun des vases plonge une lame de plomb reliée l'une au pôle positif, l'autre au pôle négatif du circuit électrique. Dès que le voltage du courant est suffisant, un violent dégagement de bulles se produit autour de l'ouverture et la lueur rosée que l'on observe autour de l'anode du Wehnelt se constate également dans cette ouverture. Il est facile de comprendre que la section étroite du liquide en ce point engendre une résistance assez élevée et un échauffement local du liquide ; une bulle de vapeur se forme et rompt le circuit; cette bulle est bientôt percée par l'étincelle de rupture et chassée de l'ouverture ; le liquide des deux vases revient au contact et le circuit se referme, pour se rompre ensuite à nouveau. Cet interrupteur étant *symétrique* par construction, donne

[1] *Archives d'électricité médicale*, 1901, p. 30.

des résultats identiques quelque soit le sens du courant, c'est-à-dire qu'on ne peut l'employer avec les courants alternatifs, car il laisserait passer les deux alternances de ces courants.

Pour le *type Simon*, les limites de tension du courant d'alimentation sont comprises entre 60 et 250 volts, sans rhéostat intercalé.

2° Interrupteurs pour courants alternatifs. — Si on ne dispose que du courant alternatif et qu'on ne veuille pas le transformer pour alimenter l'inducteur, il faut employer un interrupteur spécial.

Le courant alternatif se distinguant du courant continu par les oscillations rythmiques de l'intensité et par les changements incessants de la direction du courant, il faut arriver à n'utiliser que les alternances positives du courant par exemple, en supprimant les négatives, ou tout au moins en les empêchant d'agir par induction. Pour obtenir d'autre part un courant positif aussi intense que possible, il est nécessaire de rompre le courant au point où les demi-périodes positives offrent leur maximum d'énergie, c'est-à-dire au sommet de la courbe qui les représente.

α. *Interrupteurs à platine.* — Dans l'interrupteur de Max-Kohl (de Chemnitz), un électro-aimant E (fig. 65), alimenté par de l'alternatif change de polarité à chaque instant, avec le sens du courant. Au pôle P de l'électro répond l'une des extrémités N d'un barreau d'acier aimanté mobile autour de son centre, et supportant le contact de platine qui rompt le circuit, en s'écartant de l'autre platine supporté par la vis V. Une lame élastique L, à laquelle on imprime une tension variable par l'intermédiaire de la vis V′, sert à prolonger le contact des platines pour que la rupture se fasse au moment où le courant a sa plus grande intensité. On a donné à l'extrémité N du barreau aimanté une polarité déterminée et constante, qui sera nord par exemple. Si le passage de l'alternance négative du courant alternatif donne au pôle P de l'électro une polarité nord également, la pièce d'acier est repoussée, puisque deux pôles de même nom se repoussent, les platines viennent en contact et le courant passe dans la bobine. Arrive maintenant l'alternance positive du courant alternatif, le pôle P de l'électro devient sud et attire le pôle N de l'aimant (les pôles de nom contraire s'attirent), d'où écartement des platines et rupture du courant, au moment où il a son intensité positive maximum.

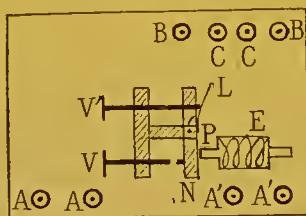


Fig. 65.

Le courant destiné au transformateur et celui qui alimente l'électro-aimant étant empruntés tous les deux au secteur et ayant les mêmes périodes, il en résulte que les demi-périodes semblables du courant alternatif, les positives, dans le cas considéré, parviennent seules au transformateur.

La fréquence des interruptions correspondra à la fréquence des périodes du courant et ne pourra être variée.

Le courant arrive du secteur par les bornes AA, puis va à la bobine

par BB ; les bornes CC permettent d'établir les connexions avec le condensateur et A'A' assurent l'alimentation de l'électro en alternatif.

On voit qu'avec ce dispositif l'une des alternances du courant n'est pas utilisée, et de l'autre on ne recueille qu'une partie ; d'où il résulte une perte d'énergie notable.

β. *Interrupteurs à mercure.* — L'interrupteur oscillant de Chabaud-Villard pour courants alternatifs présente la disposition générale de leur interrupteur grand modèle pour courant continu, mais il est à excitation séparée. Le courant auxiliaire d'excitation est fourni par un petit transformateur à décalage dans lequel on peut, par le déplacement d'une fiche mobile, faire varier la self-induction et par suite décaler le courant auxiliaire par rapport

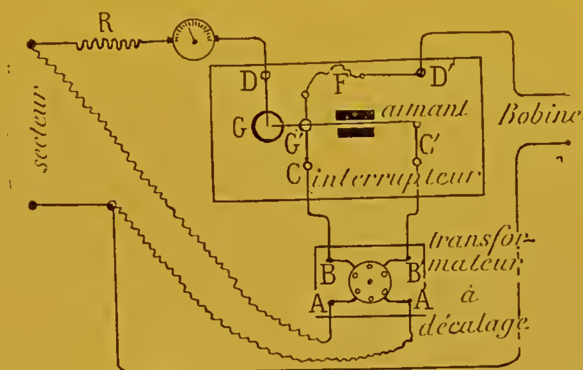


Fig. 66.

au courant principal, de façon à ce que l'interruption se produise juste au moment où l'alternance du courant qui traverse la bobine se trouve à son maximum d'intensité.

Le diapason porte deux masses mobiles qui permettent de l'accorder exactement à la fréquence de l'alternatif. Ce résultat est atteint lorsque le diapason vibre avec facilité, dès que le courant moteur passe. La manette de mise en marche est supprimée et un petit godet auxiliaire à mercure G' est placé près du godet principal G (fig. 66).

Les bornes CC' reçoivent le courant moteur ; les deux autres DD' sont destinées à être reliées au circuit principal. Près de l'une de ces dernières est une clef d'interruption. Un cordon souple F relie cette partie de l'appareil à la pièce qui porte les godets.

Le godet principal G est rempli de mercure et d'alcool ; le petit godet G' contient du mercure surmonté d'une petite couche d'eau ; ce dernier ne sert qu'à faire passer le courant et aucune interruption ne doit s'y produire.

Avec cet appareil on a les mêmes pertes d'énergie qu'avec le précédent.

L'interrupteur à turbine de la Cie générale d'électricité, de Berlin, présente plus d'avantages, parce qu'il utilise complètement l'une des deux alternances de l'alternatif. Au lieu d'un moteur pour courant continu, on le munit d'un moteur pour courant alternatif accordé avec le courant de la dynamo cen-

trale. Le moteur et la turbine sont fixés sur le même axe, pour assurer leur mouvement synchrone.

γ. *Interrupteur électrolytique de Wehnelt.* — Il agit comme séparateur des courants de l'alternatif, en supprimant l'une des alternances. Mais contrairement à ce que l'on observe avec les alternateurs synchrones qui donnent un nombre d'interruptions égal à la fréquence du courant alternatif, le Wehnelt produit sur la demi-période utilisée, la positive par exemple, un nombre plus ou moins grand d'interruptions, en rapport avec la tension et l'intensité du courant.

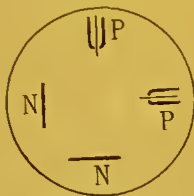


Fig. 67.

Pour éviter la perte d'énergie résultant de la suppression d'une alternance, on peut, comme l'a conseillé Swinton, utiliser deux Wehnelt dont les pôles sont placés en croix dans un même vase (fig. 67). Chaque alternance du courant trouve son chemin à travers l'un des interrupteurs et les deux alternances sont utilisées pour produire une action inductrice sur le circuit secondaire.

e) Condensateurs. — Que l'interruption se produise sur le courant continu ou l'alternatif, il n'en est pas moins indispensable de recourir à l'emploi d'un condensateur, pour absorber l'extra-courant de rupture engendré par le primaire.

Fizeau, en interposant dans le circuit inducteur un condensateur multiple, a notablement augmenté la tension des courants induits.

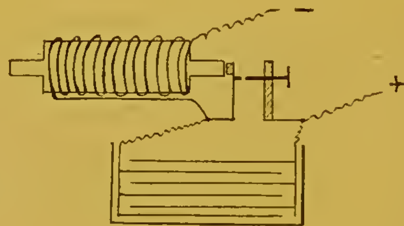


Fig. 68.

Le condensateur placé en dérivation sur l'interrupteur est constitué par une série de feuilles d'étain, séparées par des feuilles de mica, de gutta-percha, de papier trempées dans une dissolution de résine, de laque ou de paraffine. Les feuilles d'étain paires débordent d'un côté, les feuilles impaires de l'autre. Les feuilles d'un même côté sont réunies entre elles en quantité et constituent les deux pôles du condensateur où viennent aboutir les deux fils en dérivation sur l'interrupteur (fig. 68).

L'appareil n'est autre qu'une bouteille de Leyde à grande surface, sous un petit volume.

Le condensateur généralement placé dans le socle de la bobine, peut se disposer à côté, dans une caisse indépendante.

La capacité du condensateur est d'autant plus grande que la surface d'électrodes est plus considérable et que l'épaisseur du diélectrique est moindre ; elle varie avec les dimensions des bobines, et pour une même bobine elle doit croître avec l'intensité du courant inducteur, d'où la nécessité d'annexer aux grandes bobines des condensateurs à capacité variable, comme l'ont fait Radiguet, Rochefort et d'autres.

Par analogie avec les accumulateurs chimiques, on peut dire que le con-

densateur est un *accumulateur physique*. Il reçoit un courant de charge qui, d'abord très intense, diminue puis s'annule, à mesure que la charge augmente. L'énergie fournie s'emmagasine dans le diélectrique et se trouve restituée au moment du courant de décharge qui est de sens inverse à celui de charge. Si le diélectrique est soumis à une différence de potentiel trop élevée, il se perce et les lames de polarité opposée communiquent; de même que dans un accumulateur chimique recevant un courant de charge trop fort, les plaques se faussent et un court-circuit s'établit.

L'accumulation d'énergie dans les accumulateurs chimiques était obtenue grâce à des modifications chimiques; dans l'accumulateur physique, c'est par une *modification de l'état moléculaire du diélectrique* que l'on explique l'accumulation d'énergie.

La quantité d'électricité Q déplacée dans la charge d'un condensateur est égale au produit de la *capacité* C, exprimée en *farad* ou *microfarad* par la différence de potentiel agissante.

$$Q = CE \qquad \text{ou} \qquad C = \frac{Q}{E}.$$

Autrement dit, la capacité d'un condensateur doit être en proportion inverse de la force électro-motrice du courant du primaire.

Emploi des courants alternatifs sans interrupteurs. — La bobine de Ruhmkorff nous fournit des courants induits alternatifs, lorsque son primaire est alimenté avec du courant continu. Les deux courants induits, direct et inverse, recueillis aux bornes du secondaire sont égaux en quantité, inégaux en tension, et lorsqu'on les fait passer à travers un récepteur présentant une certaine résistance, un tube de Crookes, de vide approprié, par exemple, le courant le plus fort seul passe, et le résultat final est le même que si nous avions obtenu aux bornes du secondaire un courant induit de même sens.

Chaque bobine à un sens de meilleur rendement qui dépend de sa construction ; il faut chercher une fois pour toutes quel est ce sens, le noter, et au moment de la mise en marche tourner l'interrupteur à main du côté favorable.

Au lieu d'alimenter le primaire de la bobine avec du courant continu, on peut fort bien lui envoyer du courant alternatif; dans ce cas l'interrupteur mécanique devient inutile et le condensateur également. Entre les bornes de l'excitateur, nous obtiendrons des étincelles très puissantes, mais de longueur un peu faible, qui iront alternativement de gauche à droite et de droite à gauche; cela tient à ce que les deux courants induits direct et inverse ainsi produits sont identiques, au sens près, et traversent avec la même facilité un tube de Crookes ou l'air formant diélectrique entre les bornes du secondaire.

Ainsi donc, que nous alimentions le primaire de la bobine de Ruhmkorff, avec du courant continu ou de l'alternatif, nous obtenons dans l'un et l'autre cas un courant alternatif aux bornes du secondaire ; seulement dans le premier cas les deux alternances du courant secondaire ont une tension iné-

gale, et pratiquement nous pouvons empêcher l'alternance la plus faible, le courant induit de sens inverse, de traverser la couche d'air qui sépare les deux pôles de l'excitateur ou de circuler à travers un tube de Crookes, si la couche d'air est assez épaisse ou le vide assez prononcé pour ne laisser passer que l'alternance la plus forte et arrêter l'autre; tandis que dans le second cas les deux alternances ayant même tension nous sommes obligés de supprimer l'une d'elles, à moins d'employer des tubes de Crookes spéciaux. Mais qui dit suppression dit perte d'énergie, aussi le mieux sera-t-il encore de tenter de redresser l'une des alternances du courant induit fourni par le transformateur alimenté en alternatif.

L'emploi de la *soupape cathodique de Villard* permet d'obtenir facilement l'un et l'autre résultat.

La pièce principale de cet appareil est une ampoule en verre, de 400 à 500 centimètres cubes, munie de deux électrodes dissemblables. L'une des électrodes C (fig. 69) est constituée par une grande spirale en fil d'aluminium ; l'autre est un disque d'aluminium A, de quelques millimètres de diamètre seulement, placé dans un tube étroit et légèrement étranglé en avant du disque, de manière à restreindre le plus possible la section du courant gazeux positif qui alimente l'émission cathodique[1].

Pour un degré de vide convenable, l'électrode A située dans le tube étroit oppose au courant une résistance énorme, si elle est cathode et ne laisse rien passer au-dessous de 60 000 volts ; la résistance correspond à une étincelle de 15 centimètres. La spirale C au contraire laisse passer sans difficulté l'électricité négative et sa résistance correspond à moins de 1 millimètre d'étincelle. La cause de cette dissymétrie, dit Villard, est la suivante : une cathode ne laisse passer le courant qu'en proportion de la quantité de rayons cathodiques qu'elle peut donner ; or, comme l'émission des rayons cathodiques se fait aux dépens du gaz qui entoure l'électrode, il est facile de comprendre que C fournira un débit cathodique énorme, tandis que pour A le débit sera très restreint et sensiblement nul.

Adaptée au secondaire d'une bobine de Ruhmkorff dont le primaire sera alimenté par du courant alternatif, la soupape ne laissera passer qu'une alternance sur deux du courant induit et fournira du courant de même sens au tube de Crookes.

De même si l'on intercale la soupape sur le secondaire d'une bobine alimentée par du courant continu et qu'on la dispose de façon à ce qu'elle arrête l'alternance la plus faible, due au courant inverse, on préservera le tube contre la métallisation engendrée par le passage accidentel de ce courant inverse et l'on supprimera également une cause de flou sur les plaques radiographiques.

Un osmo-régulateur O, adapté à la soupape permet de lui fournir du gaz, quand sa résistance augmente. Cette résistance doit toujours être très faible.

[1] *Journal de physique*, 3e série, t. VIII, p. 5.

L'entretien de la soupape est très simple. Quand elle devient trop résistante, la cathode en spirale détermine sur la paroi une fluorescence de même forme et le courant inverse passe alors en partie dans le tube de Crookes où il produit derrière l'anticathode une plage fluorescente facile à reconnaître. On introduit alors du gaz dans la soupape, en chauffant la paroi vitrée ou l'osmo-régulateur, jusqu'à disparition de ces effets.

Le fonctionnement de l'appareil est silencieux.

Le courant ne passant que dans le sens A C, on reliera C à l'anode du tube de Crookes, et ce dernier sera parcouru par des courants de même sens, en nombre correspondant à la fréquence de l'interrupteur mécanique, si la bobine est alimentée par du courant continu, et au nombre de 50 à 100

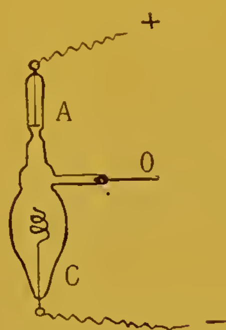


Fig. 69.

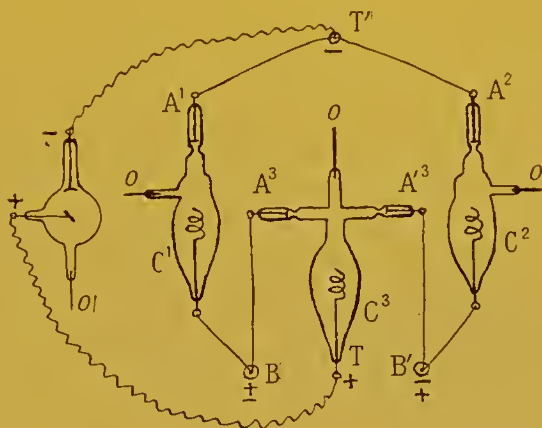


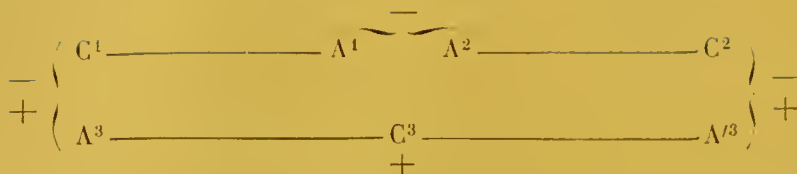
Fig. 70.

suivant la fréquence de l'alternatif, si c'est ce dernier qui circule dans le primaire du transformateur.

L'emploi de trois ampoules analogues à la précédente permet d'utiliser les deux alternances du courant induit, et d'obtenir des *courants redressés ;* on double ainsi la fréquence de l'induit. Naturellement on n'opère ainsi que lorsque les deux alternances ont même tension, et lorsque l'une des alternances est plus faible, comme c'est le cas avec l'alimentation du primaire avec le courant continu, on ne peut que la supprimer.

Les trois soupapes semblables dont une à deux anodes se disposent de la façon indiquée par la figure 70. Ce redresseur porte quatre bornes. Deux d'entre elles BB′ reçoivent le courant induit fourni par la bobine ; les deux autres TT′ donnent des courants redressés qui vont alimenter le tube de Crookes.

Pour mieux représenter aux yeux les phénomènes qui se passent dans ce cas, Villard les figure par le schéma ci-dessous, dans lequel les traits correspondent au passage du courant dans un espace rempli d'air raréfié. Les anodes sont indiquées par les lettres A, et les lettres C désignent les électrodes en spirale qui seules peuvent être cathodes.



C^1 et A^3 communiquent avec l'une des bornes du secondaire de la bobine et C^2 A'^3 avec l'autre fil. Les alternances négatives suivent la voie supérieure C^1 A^1 et C^2 A^2 pour constituer en A^1 A^2 la cathode du circuit d'utilisation, tandis que les alternances positives prenant la voie inférieure A^3 C^3 et A'^3 C^3 forment en C^3 l'anode du même circuit d'utilisation qui sera constitué par une étincelle ou un tube de Crookes.

Le circuit d'utilisation sera donc parcouru par des courants redressés.

Ce système fournit surtout de bons résultats avec des bobines à grand coefficient de transformation alimentées par des courants alternatifs de fréquence élevée, mais néanmoins la longueur d'étincelle que donnent les courants ainsi redressés n'est pas suffisante pour permettre facilement la radiographie de fortes épaisseurs.

Fonctionnement de la bobine, suivant la nature de la source d'alimentation et de l'interrupteur. — La durée et la tension du courant induit étant en rapport avec la durée et l'intensité de la variation du flux magnétique qui lui a donné naissance, nous devons chercher, pour la pratique de la radiographie et de la radioscopie, à obtenir que l'intensité du courant dans le circuit primaire puisse s'élever aussi haut que possible et dans le minimum de temps, de façon à avoir dans le tube de Crookes des décharges ou chutes de potentiel fortes et instantanées.

Ce résultat désiré dépend de deux facteurs ; la nature de la bobine employée et son mode d'alimentation.

Laissons de côté la structure de la bobine, assez variable suivant les constructeurs, et contentons-nous de rechercher, pour une bobine donnée, quelle sera l'influence du régime d'alimentation, au point de vue considéré.

On a démontré par le calcul et l'expérience que, pour un même circuit, et avec une vitesse donnée de l'interrupteur mécanique, l'élévation de la force électromotrice, au delà d'une certaine limite, dans le courant primaire, ne diminuait pas le temps employé pour arriver à la même fraction de tension maxima du courant secondaire.

De même, pour un voltage donné et une bobine donnée, il serait nuisible d'augmenter la vitesse de l'interrupteur, au delà d'un chiffre optimum, car l'on réduirait ainsi la grandeur de la force électromotrice dans le secondaire.

L'intensité du courant ne peut pas non plus dépasser une certaine limite, sans quoi la partie en excédent ne serait plus utilisée pour la production du champ magnétique; elle traverserait purement et simplement le primaire, en s'y dépensant en effet Joule, et risquerait de le détériorer.

Les chiffres optima de voltage, d'intensité du courant, et de fréquence

des interruptions à employer dépendront des coefficients de self-induction et de résistance ohmique du primaire de la bobine qui sont généralement indiqués par le constructeur ; ils dépendront aussi de l'état de vide du tube de Crookes et ne pourront guère être déterminés qu'empiriquement.

Il faut donc renoncer à l'espoir d'obtenir des courants induits de forte tension, absolument instantanés.

Si l'on emploie l'interrupteur Wehnelt, on constate que sa fréquence varie, avec la tension du primaire, et en raison inverse de la self-induction de la bobine. Lorsqu'on diminue la longueur de l'étincelle entre les bornes du secondaire, ou si l'on utilise un tube mou, la fréquence des interruptions augmente, car cela revient à diminuer la self-induction du primaire.

Si l'on se sert d'un tube dur, ou que l'on augmente la self, en enfonçant un faisceau de fils de fer, comme noyau de la bobine, la fréquence diminue, et elle s'élève au contraire si l'on entoure la bobine d'un cylindre de laiton.

L'état de vide d'un tube variant nécessairement pendant la durée d'une opération, on ne pouvait obtenir une marche régulière de l'interrupteur dont la hauteur du son variait et les tubes se détérioraient très rapidement.

Walter[1] a montré que l'on obviait à ces inconvénients, en modifiant le primaire des bobines, de façon à faire varier leur self-induction suivant l'état du tube. Il a fait construire une bobine permettant d'obtenir quatre degrés différents de self-induction. A chaque degré de la self employée doit correspondre une longueur déterminée de la pointe de platine de l'interrupteur ; on détermine empiriquement cette dernière, pendant que le tube fonctionne.

Au moyen de manettes placées sur le tableau de distribution, on peut à volonté faire varier la self et la longueur du platine, et agir ainsi sur la qualité et la tension du courant d'induction, ce qui permet, en quelques secondes, d'amener chaque tube au degré de fonctionnement optimum, et en outre, pendant la durée d'une opération, de combattre les modications de dureté du tube qui se produisent[2].

B. — Transformateurs a circuit magnétique fermé

Ces transformateurs qui sont les seuls employés dans l'industrie ne ressemblent généralement pas beaucoup à la bobine de Ruhmkorff, bien qu'ils soient basés sur les mêmes principes.

Villard[3] les a étudiés au point de vue de leur utilisation pour la production des rayons de Roentgen, au moyen des courants alternatifs.

Un transformateur à circuit magnétique fermé consommant 7 à 8 ampères sous 110 volts donne entre les bornes du secondaire 50,000 volts *efficaces* environ. Lorsque le courant primaire est amené lentement à sa valeur nor-

[1] Fortschritte auf dem Gebiete der Roentgenstrahlen, t. IV, f. 1, p. 46.

[2] Albers-Schoenberg, id., t. 5, f. 1, p. 1.

[3] *Archives d'électricité médicale*, 1900, p. 502.

male, il jaillit entre les bornes de l'excitateur placées à une distance de 9 centimètres une étincelle du volume du doigt. On peut modérer l'intensité de ces effets au moyen d'un rhéostat introduit dans le circuit primaire ; on arrive ainsi à obtenir une étincelle analogue à celle de la bobine de Ruhmkorff, mais on réduit en même temps le voltage.

Ces appareils sont constitués par un noyau de fer feuilleté, formant un circuit magnétique fermé de forme variable et deux enroulements convenablement calculés. Leur *coefficient de transformation* dépend du rapport du nombre de spires secondaires au nombre de spires primaires.

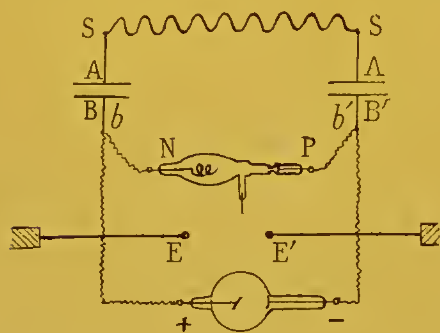


Fig. 71.

Ce transformateur ne peut guère être utilisé directement pour l'alimentation du tube de Crookes, après avoir supprimé l'une des alternances bien entendu avec la soupape cathodique ou avoir redressé le courant. Cela tient à ce que lorsque l'on ferme le secondaire d'un transformateur alternatif sur un circuit extérieur, le débit varie dans le primaire proportionnellement à la résistance que le secondaire a à vaincre. Si donc à un moment donné la résistance du tube de Crookes venait à faiblir, le courant prendrait immédiatement une intensité telle que le tube serait rapidement mis hors de service.

Pour prévenir ces conséquences fâcheuses, Villard a imaginé le dispositif suivant (fig. 71) : les extrémités libres SS' des fils secondaires sont fixées aux armatures AA' de deux condensateurs de faible capacité ; aux armatures BB' s'attachent les deux fils se rendant à l'anode et à la cathode du tube de Crookes. Les condensateurs qui ne sont pas perméables au courant continu se laissent au contraire facilement traverser par les courants alternatifs, et fait important ils ne prennent à la charge que la quantité d'énergie qu'ils peuvent restituer à la décharge ; il en résulte qu'à chaque alternance la quantité d'électricité qui traverse leurs armatures est en rapport avec le potentiel des extrémités du fil secondaire. On peut régler à volonté la puissance des décharges dans le tube de Crookes, en plaçant un ou plusieurs condensateurs supplémentaires en série avec les premiers. Ces additions diminuant la capacité, il s'ensuit que l'intensité du courant utilisé est réduite dans la même proportion.

La dépense d'énergie ainsi consommée, pour obtenir des étincelles beaucoup plus puissantes qu'avec la bobine de Ruhmkorff, est presque insignifiante.

Cet appareil est l'équivalent d'une très puissante machine statique, mais d'une machine alternative. Pour pouvoir l'utiliser avec les tubes de Crookes, il suffit d'intercaler une soupape électrique NP entre les bornes *bb'*. De cette façon le tube de Crookes sera traversé par une série de décharges de sens constant, en nombre égal à celui des périodes du courant.

La présence de cette soupape n'a pas seulement pour effet d'éliminer l'une des alternances ; elle augmente également le voltage disponible, d'où le nom de *soupape survoltrice* : l'étincelle obtenue atteint 18 centimètres entre des boules EE' et 24 centimètres entre des pointes.

La mise en route d'un tube résistant est plus facile avec ce transformateur qu'avec une bobine de Ruhmkorff donnant une étincelle beaucoup plus longue. Il semble que la parfaite égalité de toutes les décharges constitue un réel avantage.

Les résultats radiographiques se rapprochent beaucoup de ceux que l'on obtient avec la machine statique ; les images sont nettes et l'écran est éclairé d'une façon très fixe.

Le transformateur ayant un fonctionnement très régulier, les résultats radiographiques ne dépendent plus que de la résistance du tube et l'expérience a montré que celle-ci pouvait être maintenue, pour n'importe quelle opération aux environs de 16 centimètres d'étincelle équivalente. Il est par conséquent facile, avec cette méthode d'obtenir des épreuves radiographiques tout-à-fait régulières et comparables entre elles.

Appareillage de Gaiffe. — La maison Gaiffe vient de réaliser un dispositif pour la production des rayons X, fonctionnant sur courant alternatif, et permettant de supprimer l'interrupteur, cet auxiliaire si défectueux, versatile, bruyant et dispendieux, ainsi que le qualifie le professeur Bergonié.

Le principe de l'appareil est le suivant : un transformateur à circuit magnétique fermé, est alimenté par le courant alternatif venant du secteur. Mais comme le courant secondaire qui sort de l'appareil est à très haute tension, il se produit des ondes de haute fréquence qui refluent dans le transformateur et le mettent rapidement hors de service. Pour éviter ces inconvénients, d'Arsonval et Gaiffe ont imaginé un dispositif consistant à intercaler sur le secondaire, entre le transformateur et le tube de Crookes, une capacité et une self de valeurs déterminées.

Pour que le tube n'oscille pas, il faut, comme l'a indiqué Villard, absorber une des ondes de l'alternatif, au moyen de deux soupapes en tension, montées en dérivation sur le tube.

Le fonctionnement en rayons X d'un tube ainsi alimenté, est d'une régularité parfaite, et l'illumination de l'écran conserve la même fixité qu'avec la machine statique.

Le réglage s'effectue avec la plus grande facilité, au moyen d'un rhéostat intercalé dans le primaire.

La puissance de l'appareil est illimitée ; il ne reste plus qu'à trouver un tube pouvant supporter une marche intensive.

On pourra alors faire de la radiographie instantanée, et pratiquer des examens radiographiques ou radioscopiques, en plaçant le tube à 1^{m},50 de distance. Les déformations et agrandissements de l'image, provenant actuellement de l'emploi d'une projection conique, disparaîtront du fait ; de même tous les appareils et procédés utilisés pour tracer orthographiquement les

contours du cœur, deviendront inutiles, car les rayons émis par le tube à cette distance seront sensiblement parallèles.

Emploi des courants polyphasés. — Il est possible d'employer directement les courants triphasés pour l'alimentation d'un transformateur, sans être obligé de les convertir préalablement en courant continu.

En 1896 des vues théoriques avaient été émises sur la possibilité de leur emploi à l'aide de trois bobines actionnant une ampoule à trois pôles ; mais cette solution indiquée par Lebreton a été reconnue pratiquement mauvaise.

Radiguet et Delezinier [1] ont repris la question en 1899.

Utilisant un matériel radiographique ordinaire pour courant continu, et reliant la bobine de Ruhmkorff, par les deux bouts de son inducteur, à deux quelconques des fils d'un triphasé, ils arrivèrent au résultat voulu, en intercalant une self et un interrupteur électrolytique dans le courant d'alimentation.

La self est constituée par un électro à noyau feuilleté, formé de deux branches rectilignes à 120°, portant deux bobines de sens inverse, de faible résistance, dont les nombres de spire décroissent de deux tours par couche.

Le Wehnelt doit avoir pour liquide une solution saturée d'alun de potassium, un platine à réglage avec bain d'amalgame d'étain, un ajutage en ébonite ou en stéatite, la grande électrode creuse en plomb, à courant d'eau intérieur.

Le Wehnelt fonctionne ainsi, pendant des heures, avec une régularité absolue ; mais la bobine ne donne jamais la longue étincelle en chenille du Wehnelt sur continu.

On obtient un éclairage de l'ampoule tellement parfait que la stroboscopie seule en montre les intermittences.

Avec ce dispositif, comme l'a fait voir Delezinier, on peut sans inconvénient intervertir les connexions des fils du secondaire avec les électrodes de l'ampoule ; le courant ne s'inverse pas ; la zone éclairée ne se déplace pas ; l'écran est un peu moins lumineux, mais les rayons de Roentgen émis ont, dans un cas comme dans l'autre, la même activité vis-à-vis des plaques sensibles.

[1] *Comptes r. Acad. des sciences*, déc. 1899, p. 1227.

CHAPITRE III

APPAREILS DE MESURE, DE SURETÉ, DE CONNEXION DE RÉGLAGE ET DE MISE EN MARCHE

§ 1. — Appareils de mesure

Nombreux sont les appareils au moyen desquels on peut évaluer les divers éléments qui caractérisent un circuit électrique : différence de potentiel, intensité, résistance, quantité et capacité. Nous ne voulons nous occuper que de ceux qui trouvent leur emploi dans la pratique courante.

a. *Mesure de l'intensité.* — Les appareils permettant de mesurer l'intensité d'un courant reposent sur les principes suivants :

1° en utilisant l'action d'un courant sur un aimant, on a construit les *ampèremètres* ou *ammètres* ;

2° dans les *électro-dynamomètres* ce sont les actions des courants sur les courants qui ont été appliquées ;

3° les *appareils électrolytiques* ont pour base les décompositions électro-chimiques ;

4° l'*action calorifique* produisant la dilatation d'un fil parcouru par un courant a trouvé également son application.

Les ampèremètres sont généralement employés pour les courants continus et les électro-dynamomètres pour les courants alternatifs.

Ampèremètres. — Les ampèremètres se divisent en deux catégories : ampèremètres galvaniques et ampèremètres thermiques.

Les *ampèremètres galvaniques* ne sont autres que les galvanomètres des cabinets de physique adaptés aux besoins industriels. Ce sont des instruments robustes, d'un transport et d'une installation faciles et gradués en ampères.

L'ampèremètre Desprez et Carpentier, l'un des meilleurs, présente la constitution suivante. Dans un champ magnétique intense produit par les deux aimants NS et N'S' (fig. 72), se trouve une pièce de fer doux M, mobile autour de son centre sur un axe vertical, et portant une aiguille indicatrice qui se déplace sur un cadran divisé en ampères. La pièce de fer doux est placée entre deux bobines cylindriques formées par une lame de cuivre rouge enroulée plusieurs fois sur elle-même ; les deux bobines sont très rapprochées et reliées en quantité.

L'appareil se place directement dans le circuit, en fixant le pôle positif à l'une des bornes et le pôle négatif à l'autre. Si le branchement est mal fait, l'aiguille se meut vers la gauche, en dehors de l'échelle et il faut alors intervertir les connexions. Le courant passe des bornes AA′ dans le cadre au moyen de deux fils métalliques fins *aa′*.

Pour mesurer un courant d'une intensité supérieure à celle que comporte la graduation de l'appareil, il suffit de lui annexer l'un des trois modèles de *réducteurs* construits par Carpentier. Ces réducteurs se composent d'une lame de cuivre rouge qui se place en dérivation sur la bobine de l'ampèremètre et se trouve ainsi traversée par une partie du courant. Suivant que l'on emploie les réducteurs n° 1, n° 2 ou n° 3 qui diminuent de moitié, du tiers ou

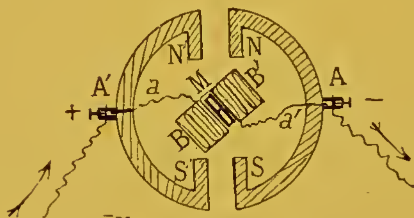


Fig. 72.

du quart le courant à mesurer, il faudra multiplier par 2, 3 ou 4 le chiffre lu sur le cadran.

Le cadre étant mobile et l'aimant fixe, on obtient de cette façon un instrument *apériodique* c'est-à-dire que l'aiguille se fixe immédiatement, sans période d'oscillation. Au contraire dans les ampèremètres où la bobine est fixe et l'aimant mobile, il existe toujours une période d'oscillation gênante, avant que l'aiguille se fixe.

Le courant tend à s'orienter perpendiculairement à la direction de la ligne des pôles, d'après l'inverse de la règle d'Oerstedt ; et suivant la loi d'Ampère, la gauche d'un observateur qui regarde l'aimant et qui est placé sur le conducteur de façon que le courant lui entre par les pieds et sorte par la tête, se rapproche du pôle nord de l'aimant.

Les ampèremètres galvaniques contenant des aimants qui s'affaiblissent petit à petit demandent à être vérifiés de temps en temps, surtout au début de leur service.

Le moyen le plus simple consiste à contrôler l'appareil avec un galvanomètre étalonné, en les plaçant tous les deux dans le même circuit.

L'ampèremètre thermique de Cardew repose sur la dilatation d'un fil métallique traversé par le courant à étudier. Nous savons en effet, d'après la loi de Joule, que la quantité de chaleur dégagée, dans l'unité de temps, par le passage d'un courant dans un conducteur, est proportionnelle à la résistance de ce conducteur et au carré de l'intensité. La température et la dilatation du fil dépendent donc du produit RI^2 et connaissant la dilatation nous pouvons déterminer I.

L'ampèremètre de Cardew est constitué par un fil formé d'un alliage de

platine et argent. Ce fil fixé par une de ses extrémités et maintenu tendu par un ressort, met en mouvement par son autre extrémité une aiguille qui indique sur un cadran l'intensité du courant. Le cadran a été gradué par comparaison avec un galvanomètre étalon.

L'appareil se place en dérivation sur le circuit dont on veut mesurer l'intensité, pour ne pas trop élever la température du fil et ne pas introduire dans le circuit une résistance d'une certaine importance. Il peut être utilisé avec les courants alternatifs.

Électro-dynamomètres. — Un électrodynamomètre se compose en principe de deux bobines, l'une fixe et l'autre mobile ; on fait passer dans l'une un courant d'intensité connue et dans l'autre le courant à mesurer.

D'après la loi d'Ampère, la déviation de la bobine mobile étant proportionnelle au produit des intensités des deux courants, il est facile de calculer l'intensité du courant que l'on veut mesurer.

On augmente la sensibilité de l'appareil en faisant passer à travers les deux bobines le courant que l'on se propose de mesurer. Le courant agissant dans ce cas sur lui-même, la déviation est alors proportionnelle au carré de l'intensité cherchée.

Cet appareil peut servir pour mesurer l'intensité des courants alternatifs.

Un des modèles les plus connus est celui de Siemens et Halske.

b. *Mesure des différences de potentiel et de la force électromotrice.* — Il existe également plusieurs méthodes pour mesurer la différence de potentiel entre deux points quelconques d'un circuit électrique. On peut utiliser des appareils basés sur des principes divers : les *électromètres*, les *condensateurs* et les *voltmètres*. Nous ne nous occuperons que des derniers, les seuls qui soient de pratique courante.

Voltmètres. — Les *voltmètres* ne sont que des galvanomètres étalonnés qui donnent la différence de potentiel par une simple lecture. Ils sont de deux sortes : voltmètres galvaniques et voltmètres thermiques.

Les *voltmètres galvaniques* ont une structure analogue à celle des ampèremètres, et d'après leur construction, ils sont également apériodiques ou non, suivant que c'est l'aimant qui est mobile ou la bobine.

Le voltmètre Desprez-Carpentier qui est apériodique présente la même disposition que l'ampèremètre portant le même nom. La seule différence réside dans la bobine formée dans le dernier appareil par un fil de cuivre très fin et très long, dont la résistance peut aller de plusieurs ohms à des milliers d'ohms, suivant la tension des courants que l'on se propose de mesurer ; dans l'ampèremètre au contraire la résistance de la bobine n'est représentée que par des fractions plus ou moins petites d'ohms.

La graduation est tracée empiriquement pour chaque voltmètre ; la division du cadran sur laquelle s'arrête l'aiguille donne le nombre de volts cherchés.

Avec un instrument déterminé, il est possible de mesurer un courant de tension plus élevée que celle pour laquelle il a été construit ; il suffit de

mettre en série avec le voltmètre des bobines de résistance variable. Si l'on double ou triple la résistance de l'appareil, au moyen des réducteurs spéciaux qui peuvent lui être annexés, il faudra multiplier par 2 ou par 3 le chiffre lu sur le cadran.

Le principe des voltmètres est le suivant : si l'on a à mesurer la différence de potentiel entre deux points A et B (fig. 73) d'un circuit, on établit un galvanomètre en dérivation sur ces deux points. Si la résistance de ce galvanomètre n'est pas très grande, la différence de potentiel entre les points A et B diminuera, par application de la loi de Kirchhoff sur les courants dérivés, et le régime du circuit sera modifié. Si l'on remplace au contraire le galvanomètre ordinaire par un voltmètre de grande résistance, il ne passera dans le fil dérivé qu'une très faible partie du courant et la différence de potentiel au niveau des points A et B sera à peine modifiée; donc pas d'altération sensible dans le régime du circuit.

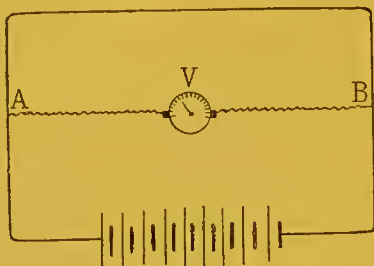


Fig. 73.

On a d'après la loi d'Ohm : $E = IR$. Or, comme l'on connaît R, la résistance du voltmètre, il sera facile de déduire de la mesure de l'intensité I la différence du potentiel cherché E.

Autrement dit, la différence de potentiel entre deux points d'un conducteur de résistance constante est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse, puisque l'intensité elle-même dépend uniquement de la différence de potentiel du courant.

On voit par conséquent qu'avec le voltmètre, comme avec l'ampèremètre, ce que l'on mesure en réalité c'est l'intensité du courant, et dans le voltmètre la connaissance de cette intensité donne indirectement la différence de potentiel.

Pour mesurer la différence de potentiel de deux points d'un circuit, on place le voltmètre en dérivation sur ces points.

Le même instrument sert à mesurer la force électromotrice d'une source d'électricité, par exemple d'une pile ou d'un accumulateur, ou d'une batterie de ces éléments ; dans ce cas le voltmètre est placé en tension sur la source. Ceci nous montre qu'il n'est pas exact de dire que l'on ne place jamais les voltmètres en tension ; le fait n'est vrai que lorsqu'il s'agit des courants des dynamos.

Le *voltmètre thermique de Cardew* peut, comme l'ampèremètre de même nom, servir avec les courants alternatifs. Il est basé sur la dilatation d'un fil long et fin qui met en mouvement l'aiguille mobile sur le cadran.

Cet appareil est une autre application de la loi de Joule, d'après laquelle le travail transformé en chaleur, dans une portion quelconque de conducteur de résistance R, est égal au produit de la force électromotrice par l'intensité.

$$T = EI$$

Or

$$I = \frac{E}{R} \qquad \text{d'où} \qquad T = \frac{E^2}{R}$$

L'appareil se place en dérivation sur les deux points dont on veut connaître la différence de potentiel.

Suivant leur construction, les voltmètres peuvent rester constamment en dérivation sur le circuit, ou n'y demeurer que le temps nécessaire pour faire les lectures, afin d'éviter l'échauffement du fil fin de la bobine qui pourrait se brûler. Dans ce dernier cas, pour actionner l'instrument au moment voulu, on a recours à un interrupteur placé dans son propre circuit, un bouton de sonnerie par exemple.

Les voltmètres, pour la même raison que les ampèremètres, ont besoin d'être vérifiés de temps en temps; on les compare à un voltmètre étalonné.

§ 2. — Appareils de sureté

Les diamètres des fils conducteurs doivent être en rapport avec l'intensité du courant qui les traverse ; mais si par accident ou inadvertance l'intensité prévue vient à être dépassée, les conducteurs s'échauffent, peuvent brûler l'isolant qui les entoure et occasionner des incendies, ou encore détériorer les récepteurs alimentés par un courant trop intense.

Coupe-circuits de sûreté. — Pour éviter ce danger on a recours aux *coupe-circuits de sûreté*, ou *interrupteurs automatiques* constitués par des fils de plomb ou d'un alliage fusible que l'on intercale dans le trajet des conducteurs réunissant les pôles d'un générateur à énergie variable ; ils fondent quand le courant devient trop fort et interrompent ainsi le circuit. Les coupe-circuits sont placés sur une base isolante en porcelaine.

On calcule d'ordinaire la section du coupe-circuit de telle façon que le fil fonde lorsque le débit du courant devient double de celui que comporte normalement le circuit. Un fil de plomb de 1 millimètre carré de section fond, lorsque la densité du courant qui le traverse atteint 30 ampères (Keignart).

On place un coupe-circuit à l'origine du fil principal et à la naissance de chaque branchement ; il faut les disposer tous sur les fils aboutissant au même pôle, le positif par exemple.

Il existe de nombreux modèles de ces appareils ; nous jugeons inutile de les décrire.

Conjoncteurs-disjoncteurs automatiques. — Les *conjoncteurs-disjoncteurs automatiques* trouvent leur emploi dans le circuit d'utilisation des dynamos en usage pour la charge des accumulateurs.

L'appareil est destiné à empêcher la décharge des accumulateurs dans la dynamo, lorsque la force contre-électromotrice de la batterie devient, pour une raison ou une autre, supérieure à la force électromotrice de la

dynamo. Le conjoncteur-disjoncteur a donc pour but de préserver l'induit de la dynamo dont le fil pourrait être brûlé, ou tout au moins l'isolant fondu par un courant de décharge trop intense venant des accumulateurs ; ou bien, pour certaines dynamos, la décharge des accumulateurs dans la machine amènerait une inversion de la polarité des inducteurs et le renversement consécutif du courant fourni par l'induit.

Le plus simple des nombreux appareils inventés, pour parer à cette éventualité, est celui de Jolly (fig. 74), dont nous empruntons la description à Keignart.

Sur un noyau de fer doux A de 5 à 6 centimètres de longueur et de 1 centimètre de diamètre, on enroule deux fils, l'un gros et court BB′ qui

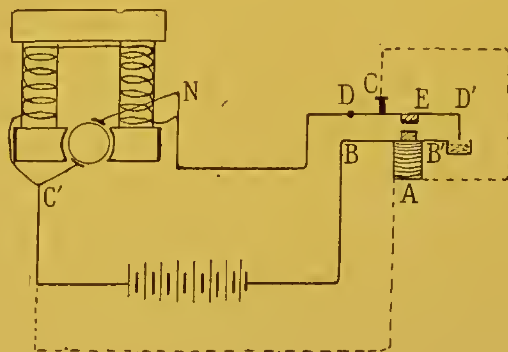


Fig. 74.

aboutit d'une part à un godet de mercure et d'autre part au pôle négatif des accumulateurs ; l'autre fin et long est relié d'un côté à la vis de contact C et de l'autre à la borne positive de la dynamo en C′. La pièce DD′ est un ressort tendant à éloigner l'armature de fer doux E du noyau de la bobine A ; cette pièce communique avec le pôle négatif N de la dynamo. Le balai positif de cette dernière est réuni au pôle positif des accumulateurs.

Lorsqu'on met en marche la dynamo, le courant passe d'abord dans les inducteurs, puis à mesure que son intensité augmente, il passe dans le fil fin de la bobine A ; il en résulte une aimantation du noyau de fer doux et l'attraction de l'armature E. Le résultat de cette attraction est que la tige DD′ abandonne le contact de la vis C, d'où rupture du circuit du fil fin et simultanément fermeture du circuit à gros fil, par suite de la plongée de la tige D′ dans le godet de mercure. Le courant de la dynamo traverse dès lors les accumulateurs et les charge.

Si à un moment donné la dynamo ralentit, ou si les accumulateurs sont suffisamment chargés, le courant de la dynamo et celui des accumulateurs se faisant équilibre, l'aimantation du noyau de la bobine A disparaît, l'armature remonte sous l'action du ressort DD′ et le circuit de charge est coupé, tandis que celui du fil fin se ferme par le contact du ressort DD′ avec la vis C. Dès que la machine a repris sa vitesse normale, l'électro-aimant A attire à nouveau l'armature E, le courant repasse par les accumulateurs, et ainsi de suite.

Si, au lieu d'un conjoncteur-disjoncteur, on utilise tout simplement un *disjoncteur*, l'appareil est plus simple, car il ne comporte plus le réseau de fil fin. L'armature abandonne le contact de A et la tige D′ sort du mercure, lorsque la force électromotrice de la machine et celle des accumulateurs se font opposition. Avec l'emploi du simple disjoncteur on est obligé d'établir à la main la fermeture du circuit, en abaissant le ressort DD′, lorsque le voltmètre indique que la force électromotrice de la machine est supérieure à la force contre-électromotrice des accumulateurs.

§ 3. — Appareils de connexion, de réglage et de mise en marche

Conducteurs. — Les différents appareils électriques d'une installation sont reliés entre eux au moyen de fils bons conducteurs, revêtus d'une gaine isolante, pour éviter les déperditions de courant. Ces fils sont généralement en cuivre rouge, ou en bronze phosphoreux ou siliceux. Au-dessus de 5 millimètres de diamètre, les fils ayant peu de souplesse, ce qui rend la pose difficile, on les remplace par des cables formés d'une torsade de fils fins comprenant un nombre de brins variable.

L'isolant qui recouvre les fils est, tantôt une couche de soie ou de coton, simple ou double, imprégnée après enroulement d'un vernis spécial, tantôt une couche de gutta-percha ou de caoutchouc recouverte elle-même de coton. On ne peut obtenir un isolement parfait des fils du secondaire qu'en les enfermant dans des tubes de verre ou de caoutchouc à parois épaisses, dits *tubes à vide*.

Si les fils doivent traverser un mur ou circuler à l'air extérieur, pour éviter une déperdition du courant par l'humidité, il faut les choisir avec un bon isolement et les faire circuler à travers un tuyau de plomb de diamètre approprié ; ils sont *mis sous plomb*.

Les fils qui entrent dans la constitution du circuit primaire doivent avoir un diamètre suffisant, pour ne pas s'échauffer au passage des courants de forte intensité qui les parcourent. En pratique, pour les conducteurs isolés, on admet que pour le passage de deux ampères, il faut un fil de un millimètre carré de section, en moyenne. Ces mensurations se rapportent naturellement au fil nu. Si l'on utilise, par exemple, un courant de 12 ampères pour alimenter le primaire, il faudra choisir un fil conducteur ayant au moins une section de 6 millimètres, soit approximativement 2, 8 millimètres de diamètre.

Au contraire les fils du secondaire, dans lesquels circule un courant induit de haute tension et de faible intensité, pourront être très fins et ne présenter que quelques dixièmes de millimètre de diamètre. Leur isolement par contre devra être plus parfait que celui des fils du primaire ; on ne pourra pas les faire circuler côte à côte comme les fils du primaire, sans quoi une étincelle jaillirait entre eux, à moins qu'ils ne soient sous verre ou sous caoutchouc épais ; il ne faudra pas non plus, s'ils ne sont pas parfaite-

ment isolés, les appliquer contre un mur, ou les faire porter sur des corps insuffisamment isolants, tels que le bois, car il se produirait une déperdition de courant; il y aura lieu d'employer de préférence le verre pour les supporter.

Rhéostats. — Il est indispensable de pouvoir régler à volonté le débit du courant qui alimente le primaire de la bobine de Ruhmkorff, le moteur de l'interrupteur, ou les inducteurs d'une dynamo à excitation dérivée. On y arrive en intercalant dans le circuit correspondant une résistance qui porte le nom de *rhéostat*.

L'emploi du rhéostat est utile dans le cas d'alimentation par des piles ou des accumulateurs, pour annuler le coup de fouet, c'est-à-dire la puissance exagérée qui se produit à la fermeture du circuit et ne dure que quelques secondes.

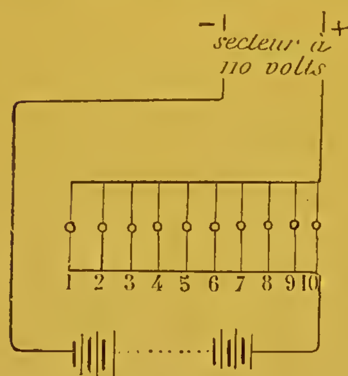


Fig. 75.

On emploie à cet usage des fils de différents métaux, des filaments de charbon, ou des bains électrolytiques.

Les *rhéostats électrolytiques* sont constitués par deux lames de cuivre, à grande surface, plongeant dans une solution de sulfate de cuivre, et dont on peut à volonté faire varier la distance.

On peut aussi utiliser deux lames de plomb plongeant dans une solution de carbonate de soude à 15 ou 20 grammes par litre ; on fait varier la résistance en rapprochant ou éloignant plus ou moins les lames.

Un autre rhéostat liquide plus économique consiste simplement en un grand vase rempli d'eau ordinaire, dans laquelle plongent deux grandes lames de charbon de cornue dont on fait varier la distance pour amener l'intensité du courant à la valeur nécessaire.

Les *rhéostats à filament de charbon* sont constitués par des lampes à incandescence, de résistance appropriée, que l'on groupe en dérivation et en nombre suffisant. Si l'on veut par exemple charger les accumulateurs avec le courant à 110 volts fourni par le secteur, on peut adopter la disposition suivante.

Soit (fig. 75) 10 lampes à incandescence montées en dérivation sur deux fils parallèles amenant le courant du secteur, et allant jusqu'à l'extrémité des locaux à éclairer. Sur ces fils, dits conducteurs principaux, la différence de potentiel est celle d'une lampe, tandis que l'intensité du courant est égale à la somme des intensités exigées par chaque foyer lumineux. Nous choisirons le montage en boucle, pour que la différence de potentiel soit la même pour chacune des lampes, quelque soit sa position respective par rapport à l'origine des conducteurs principaux sur le secteur. Les lampes sont indépendantes et l'on peut en éteindre ou en allumer un nombre variable, sans influer sur les autres.

Pour charger 15 accumulateurs, il nous faut une force électromotrice de 40 volts ; nous n'aurons par conséquent qu'à utiliser des lampes de 70 volts qui réduiront au voltage voulu le courant du secteur. Si ces lampes consomment un ampère, ou ce qui est la même chose laissent passer un ampère, nous en allumerons un nombre variable, en rapport avec le régime de charge de nos accumulateurs ; si nous allumons 8 lampes, par exemple, elles laisseront passer 8 ampères.

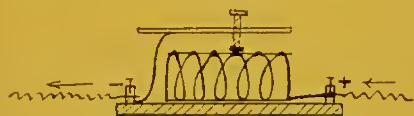


Fig. 76.

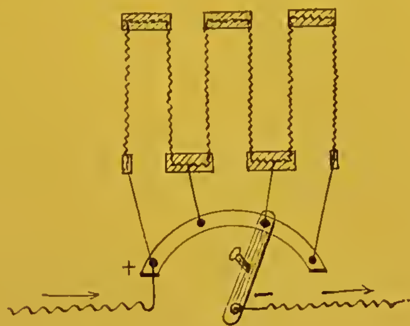


Fig. 77.

Avec l'emploi de ce mode de charge des accumulateurs, il faut avoir soin de prendre des éléments de grande capacité, de façon à ce que, si la charge dépasse le temps voulu, il n'en résulte pas d'inconvénients pour la batterie.

Les deux catégories précédentes de rhéostat ont l'avantage de ne pas présenter de self-induction.

Les *rhéostats métalliques* sont les plus employés. Les aspects en sont très variés : on enroule généralement le fil de façon à lui faire décrire des spires isolées les unes des autres, et disposées paral-

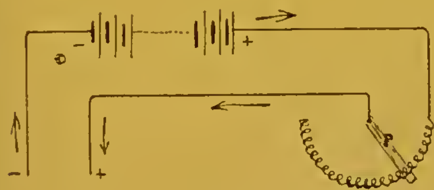


Fig. 78.

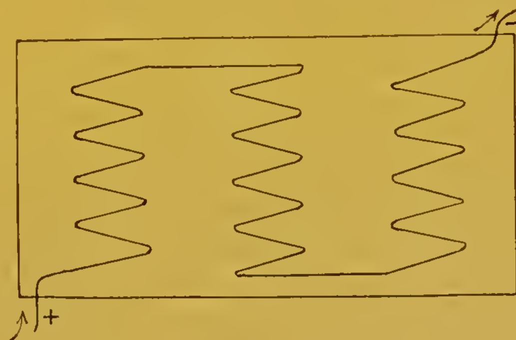


Fig. 79.

lèlement en forme de cylindre de diamètre variable (fig. 76), de boudins juxtaposés (fig. 77), ou de couronne (fig. 78) ; le tout fixé sur un cadre isolant. Mieux vaut encore disposer le fil en forme de lacet, ainsi que le préconise Buguet (fig. 79) ; on diminue ainsi notablement la self-induction du rhéostat qui contribue, lorsqu'il est disposé en forme de spire, à augmenter pour une part notable la longueur des étincelles d'extra-courant.

Le rhéostat doit conserver une résistance constante, quelque soit le courant qui le traverse et ne pas trop s'échauffer. Les rhéostats à fil métallique se refroidissent par rayonnement dans l'air ; on peut aussi les plonger dans un bain de liquide non conducteur, tel que le pétrole. Pour cela les fils sont laissés nus.

Le fer dont la résistance varie avec la température n'est guère utilisé ; on emploie de préférence des fils de maillechort ou de ferro-nickel, dont la résistance reste la même, quelque soit l'échauffement.

On choisit le fil d'un diamètre tel qu'il ne s'échauffe pas sensiblement, en supposant que le courant qui doit le traverser ait son intensité maximum.

Les rhéostats peuvent être à résistance fixe ou à résistance variable. Dans ce dernier cas on utilise une manette ou un bouton de contact, pour intercaler, suivant les cas, un nombre de spires plus ou moins grand dans le circuit ; on peut aussi intercaler la totalité ou supprimer au besoin complètement le rhéostat.

Les rhéostats peuvent également servir comme interrupteurs du courant ; pour cela il suffit que la manette ou le bouton de contact puissent venir se placer en dehors des spires du fil ou des plots de connexion. Ce *point mort* doit être situé du côté où se trouve le contact lorsque tout le rhéostat est en circuit, de façon à ce que l'on puisse diminuer graduellement la résistance, quand on ferme le courant.

Les rhéostats en boudins juxtaposés trouvent plus particulièrement leur emploi dans le circuit d'excitation des dynamos-shunt ; les autres s'intercalent dans le circuit primaire des bobines de Ruhmkorff et dans le circuit d'alimentation de l'interrupteur mécanique.

Le diamètre et la longueur des fils employés doivent être calculés d'après l'une des conséquences de la loi d'Ohm.

$$R = \frac{E}{I}$$

Si par exemple on dispose d'une batterie d'accumulateurs de 15 éléments et que l'on ne veuille envoyer dans le primaire de la bobine qu'un courant de 20 volts et 8 ampères, on aura

$$R = \frac{20}{8} = 2{,}5 \text{ ohms.}$$

Nous devrons pour cela intercaler dans le circuit 10 mètres d'un rhéostat en fil de maillechort, de 1 millimètre de diamètre, ce qui nous donnera une résistance approximative de 2,5 ohms.

Si l'on veut alimenter directement le primaire de la bobine avec le courant du secteur à 110 volts, et réduire le voltage à 20 volts environ, il faudra disposer d'un rhéostat ayant au moins 100 mètres de fil de 1 millimètre de diamètre.

Les inconvénients de cette dernière disposition seront de consommer en pure perte une grande quantité d'énergie électrique, soit 90 volts sur 110 et d'obtenir dans l'interrupteur des étincelles considérables qui risqueront de le détériorer rapidement, s'il n'est pas construit spécialement pour cet usage.

Le réducteur de potentiel, modèle Radiguet, placé en dérivation sur la

ligne à 110 ou 120 volts permet d'éviter les étincelles de rupture que donnerait un rhéostat ordinaire. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Interrupteurs à main. — Pour ouvrir le circuit il faut interrompre le fil conducteur en un point quelconque ; pour faire passer à nouveau le courant, il est nécessaire de remettre en contact les deux bouts du fil divisé. Les interrupteurs à main permettent, au moyen d'un mouvement simple et facile de réaliser ces ouvertures et fermetures successives du circuit. Suivant que l'interruption se fait sur un seul des fils ou sur les deux fils reliant le générateur au transformateur ou au récepteur primaire, on a des interrupteurs *unipolaires* ou *bipolaires*.

Interrupteurs unipolaires. — L'interrupteur *en bouton de sonnerie* est utilisé quand on ne veut fermer le circuit que pendant un temps très court, pour mettre un voltmètre en action par exemple ; dès que le doigt abandonne le contact du bouton, le courant cesse de passer.

L'interrupteur *en forme de clef de Morse* peut être utilisé dans les mêmes conditions.

Lorsqu'on désire faire passer le courant pendant un certain temps, sans être obligé de laisser le doigt sur la pièce de contact, on peut employer

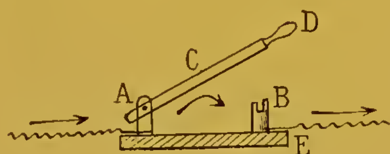


Fig. 80.

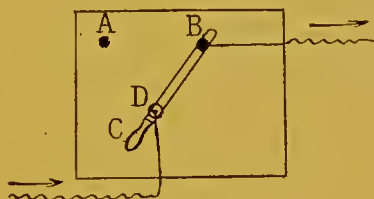


Fig. 81.

tout simplement un interrupteur *à cheville* constitué par une tige métallique que l'on enfonce entre les deux extrémités du fil dont elle assure le contact.

Dans l'interrupteur *à écrou* la communication est établie par le serrage d'un écrou.

Les interrupteurs *à levier* sont aussi très simples ; les deux extrémités du fil sectionné aboutissent à deux bornes en cuivre (fig. 80) fixées sur une plaque isolante E. Sur l'une des tiges A pivote, au moyen d'une charnière, un levier de cuivre C que l'on manœuvre à l'aide d'une poignée isolante D et que l'on vient encastrer dans une mortaise en cuivre portée par l'autre borne B, pour fermer le courant ; pour le rompre au contraire, on dégage le levier et on le renverse du côté de A.

On peut également remplacer la borne B par un godet rempli de mercure, dans lequel vient plonger par l'abaissement du levier une tige verticale en cuivre fixée à la face inférieure de C.

Une autre forme consiste en un levier métallique tournant horizontalement autour d'un axe D (fig. 81). Saisi par le manche isolant C, on le porte

à droite sur le plot B, pour fermer le circuit, tandis qu'on le déplace à gauche, au contact de la tige de butée A, pour l'ouvrir.

Les interrupteurs *à barrette pivotante* sont utilisés pour éteindre les lampes électriques à incandescence qui se trouvent annexées à certaines bobines de Ruhmkorff. Au moyen d'une clef en porcelaine faisant saillie sur-

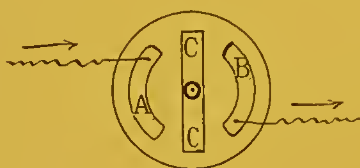


Fig. 82.

l'appareil, il suffit de tourner à droite d'un quart de tour, pour fermer le circuit. Dans ce mouvement, les extrémités c' et c de la barrette métallique isolée viennent se placer sur les lames métalliques B et A auxquelles aboutissent les extrémités du fil interrompu. Pour ouvrir le circuit on tourne d'un quart de tour vers la gauche et la barrette se place verticalement, comme l'indique le schéma (fig. 82).

Interrupteurs bipolaires. — Comme il est plus prudent d'interrompre à à la fois le courant sur les fils d'aller et retour du conducteur, plutôt que sur un seul fil, on a construit des appareils permettant d'obtenir simultanément et d'un seul coup de manette la section des deux fils du circuit.

Les interrupteurs bipolaires sont *simples*, lorsqu'ils permettent simplement l'interruption du circuit; ils sont en même temps *inverseurs*, lorsque par leur intermédiaire on peut à volonté inverser le sens de circulation du courant.

Les *interrupteurs bipolaires simples* peuvent être *à levier* : au moyen d'une poignée isolante P, fixée sur une barre non conductrice C, on relève ou abaisse en même temps les deux leviers de cuivre A et B qui communiquent avec les deux pôles du circuit; le contact s'établit par l'intermédiaire des deux bornes A′ et B′ creusées de mortaises et reliées à chacune des extrémités des fils sectionnés; au lieu des bornes à mortaise A′ et B′ on peut employer deux godets remplis de mercure. L'appareil représente une sorte de double pont-levis jeté entre les quatre extrémités des fils (fig. 83).

Un autre interrupteur bipolaire simple et plus ou moins analogue au pont tournant (fig. 84), n'est que la combinaison de deux interrupteurs à barrette. Les deux barrettes métalliques A′ B′ et C′ D′ fixées sur un disque circulaire en ébonite sont mises en mouvement d'un quart de tour vers la droite, au moyen d'une manette annexée à un pivot vertical fixé en O sur le milieu du disque. Dans le mouvement d'un quart de tour imprimé à la manette, C′ vient sur C, D′ sur D, B′ sur B, et A′ sur A; le circuit est fermé; pour l'ouvrir, on fait le mouvement inverse.

Nous nous contenterons de décrire deux types d'*interrupteurs bipolaires inverseurs*, celui de Bertin, et celui de Ruhmkorff.

L'appareil de Bertin se compose d'une fourche dont les trois branches sont fixées sur un plateau d'ébonite, le tout pouvant être tourné vers la droite ou la gauche, au moyen d'une manette M (fig. 85). Supposons que l'on porte la manette vers la gauche, le fourchon médian A prend contact avec A′ et le fourchon B avec A″. Dans cette situation le courant positif venant de la borne P passe par A et A′ et sort par le fil de droite X′; le cou-

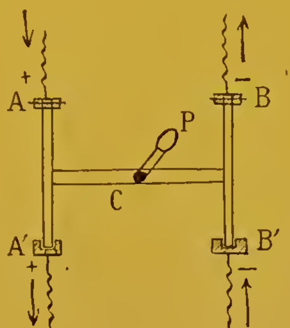


Fig. 83.

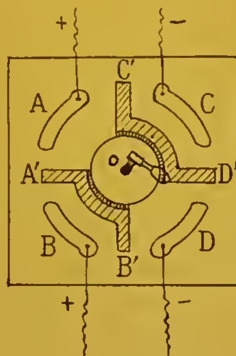


Fig. 84.

rant négatif arrivant par le fil X passe par A″ et B, pour aboutir à la borne N. Le courant dans le circuit extérieur X′ X circule, dans le cas présent, de droite à gauche. Si on porte au contraire la manette à droite, le courant est inversé.

Ducretet a modifié la construction de l'appareil de Bertin pour qu'il donne

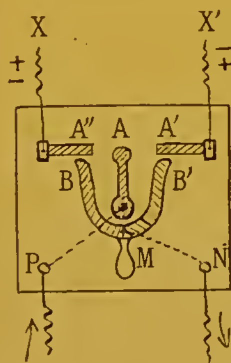


Fig. 85.

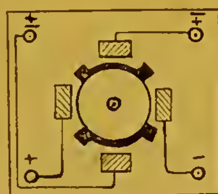


Fig. 86.

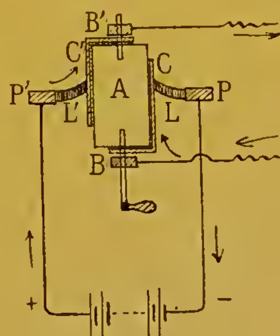


Fig. 87.

un meilleur fonctionnement lorsqu'on l'intercale dans un circuit parcouru par de forts courants.

Le schéma (fig. 86) en indique suffisamment la structure, sans qu'il soit besoin d'entrer dans les détails de sa construction.

L'appareil de Ruhmkorff est constitué par un cylindre en ébonite A, sur les côtés duquel sont fixés deux contacts de cuivre CC′. Sur ceux-ci viennent appuyer au moment de la fermeture du circuit deux lames de laiton LL′ liées aux deux bornes PP′ qui reçoivent le courant du générateur d'électricité. Le cylindre muni de ses contacts porte à ses extrémités deux tiges

axiales ne le traversant pas ; ces tiges tournent dans deux supports métalliques BB′ qui reçoivent chacun l'un des fils venant de la bobine. Dans la position des contacts indiquée sur le schéma (fig. 87), le courant circule de gauche à droite à travers la bobine. En tournant le cylindre de 180°, la plaque C viendrait en contact avec L′ et C′ avec L ; le courant serait inversé et irait de droite à gauche.

Dans ces deux positions de fermeture du circuit la manette est horizontale, tournée vers la droite ou la gauche, suivant le sens donné au courant. Pour interrompre le circuit, il suffit de tourner la manette de 90° seulement, de façon à ce qu'elle soit verticale ; dans cette position les deux plaques C et C′ sont l'une supérieure, l'autre inférieure, elles n'ont plus de contact avec les lames LL′, et le courant est interrompu.

Interrupteur bipolaire commutateur. — Cet appareil trouve son emploi dans les installations où les accumulateurs sont placés à poste fixe et chargés au moyen d'une dynamo, ou avec le secteur. Il se compose (fig. 88)

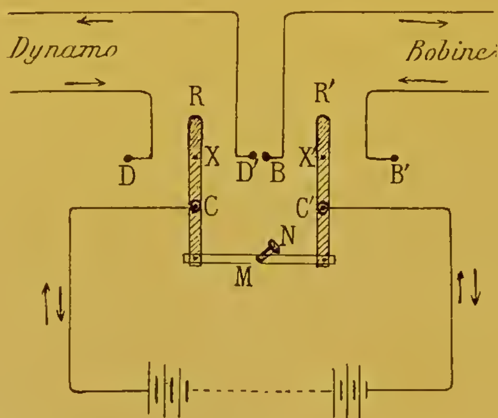


Fig. 88.

de deux tiges de cuivre pivotant horizontalement en CC′ autour d'un axe de même métal ; à ces points aboutissent les deux fils allant à la batterie d'accumulateurs. Les deux tiges sont réunies à leur partie inférieure par une barre isolante M articulée sur elles ; au moyen d'un bouton N on peut les faire pivoter vers la droite ou vers la gauche, et dans ce mouvement elles se comportent comme un parallélogramme articulé, prenant une position oblique, tout en restant parallèles entre elles. Si on déplace leur extrémité supérieure vers la gauche, de façon à ce que R vienne sur D et R′ sur D′, les fils du circuit utilisateur de la dynamo aboutissant précisément aux plots D et D′, on intercale de la sorte les accumulateurs dans le courant de charge qui circule à travers la batterie de gauche à droite.

Vient-on au contraire à pousser la manette N vers la gauche, le point R vient sur le plot B et le point R′ sur le plot B′ auxquels sont fixés les fils du circuit d'alimentation du transformateur. Le courant cette fois circule dans la batterie de droite à gauche ; c'est le courant de décharge.

Enfin si l'on veut interrompre toute communication avec l'un ou l'autre circuit, on place les tiges verticalement, leur extrémité supérieure reposant sur les plots de repos XX'.

Le commutateur que nous venons de décrire est à deux directions, c'est-à-dire que par son intermédiaire on peut à volonté faire communiquer le circuit des accumulateurs avec celui de la dynamo, ou avec celui du transformateur. Mais il est très facile de comprendre qu'en augmentant le nombre des plots, on peut utiliser le même appareil pour charger séparément plusieurs batteries d'accumulateurs, ou pour envoyer le courant de décharge dans des lignes diverses alimentant des récepteurs différents ; on a alors un commutateur à directions multiples.

Il est bien entendu que, pour éviter toute déperdition de courant, le commutateur tout comme les interrupteurs doit être fixé sur un support

Fig. 89.

isolant en ardoise ou en marbre, qui a en outre pour but de prévenir, avec l'emploi des courants forts, tout danger d'incendie par les étincelles de rupture, comme cela pourrait se produire si l'on utilisait un simple tableau en bois isolé du mur.

Il faut que les surfaces de contact des interrupteurs et des commutateur soient toujours en parfait état et pour cela on doit éviter, dans la limite du possible, les étincelles qui se produisent à la fermeture et surtout à l'ouverture du circuit. Aussi les positions d'ouverture et de fermeture doivent-elles être parfaitement déterminées, de façon à ce que la manœuvre se fasse sans hésiter et rapidement. La dimension des pièces est en rapport avec l'intensité des courants qui les traversent. Les manettes ou boutons sont en ébonite ou en porcelaine, de sorte que l'opérateur ne reçoive pas de décharge en les maniant. Ces appareils isolés électriquement, comme nous l'avons dit, doivent être à portée de la main et bien en vue, pour qu'on puisse vérifier facilement l'état des contacts.

Les interrupteurs à main sont généralement fixés sur le support de la bobine de Ruhmkorff ou sur le socle de l'interrupteur mécanique lorsqu'il est indépendant de cette dernière.

Tableau de distribution. — Le voltmètre, l'ampèremètre, le coupe-circuit de sûreté, le commutateur et les rhéostats sont d'habitude groupés sur un tableau horizontal ou vertical, bien isolé, en marbre ordinairement, dit tableau de distribution.

Nous donnons à titre d'exemple le schéma du tableau de distribution qui existe au Laboratoire de Radiographie de l'Hôpital militaire du Val-de-Grâce, bien qu'il ne constitue pas la perfection dans le genre (fig. 89). R représente le rhéostat d'excitation de la dynamo; D le disjoncteur; C l'interrupteur commutateur; C^e, C^A le coupe-circuit fusible et A l'ampèremètre. Le voltmètre V, grâce aux fils souples terminés par des crochets F peut être placé à volonté en dérivation sur les bornes *a b* ou *a' b'*, pour indiquer le voltage du courant de la dynamo ou celui de la batterie d'accumulateurs. Un interrupteur à cheville placé en I permet de mettre le voltmètre en circuit quand il est nécessaire.

CHAPITRE IV

RÉCEPTEURS ÉLECTRIQUES A HAUTE TENSION

Les accumulateurs, les transformateurs, les condensateurs, les moteurs étudiés précédemment constituent à proprement parler des récepteurs électriques ; toutefois ces appareils alimentés par des courants à basse tension ne représentent à notre point de vue que des machines intermédiaires utilisées pour arriver au but final que nous nous proposons : l'obtention et l'utilisation des courants de haute tension que nous envoyons dans l'unique récepteur, à vrai dire, employé en radiographie, le tube de Crookes.

Principe du tube de Crookes. — Si nous rapprochons, sans les amener au contact, les extrémités des fils du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff en activité, nous voyons un flot continu d'étincelles jaillir entre les deux conducteurs. Ces étincelles sont d'autant plus longues, plus épaisses, plus brillantes et plus bruyantes que la bobine est plus puissante, et que le primaire est alimenté par un courant plus intense.

L'étincelle rectiligne avec les petites bobines devient sinueuse dans les appareils plus grands, et avec certains interrupteurs tels que ceux de Marcel Desprez, de Contremoulins-Gaiffe, ou le Wehnelt, elle se présente sous forme d'écheveau à plusieurs filaments, ou comme une chenille lumineuse très large, étendue d'un pôle à l'autre.

Augmente-t-on progressivement l'intervalle entre les deux conducteurs, jusqu'à ce que l'étincelle ne jaillisse plus, on aperçoit nettement, surtout dans l'obscurité, un point brillant au niveau de l'extrémité du fil positif et une aigrette au niveau du fil négatif.

Branchons maintenant les extrémités du fil du secondaire sur deux électrodes métalliques en communication avec l'intérieur d'un tube de verre dans lequel le vide a été fait à quelques centièmes d'atmosphère, ou jusqu'à un millimètre de mercure. L'étincelle de tout à l'heure va en quelque sorte se diluer et le tube est rempli par une lueur courant d'un pôle à l'autre, se présentant sous la forme d'une *effluve* dont la coloration varie suivant la nature du gaz ou de la vapeur contenus dans le récipient. En étudiant le phénomène de plus près, on remarque que l'effluve n'est pas de coloration uniforme ; elle est composée d'une série de stries obscures alternant avec des disques lumineux disposés suivant la longueur du tube. D'autre part le

pôle positif est entouré par un fuseau rougeâtre duquel semblent se détacher des particules brillantes se dirigeant vers le pôle négatif; ce dernier noyé dans un nuage violacé paraît également émettre des parcelles lumineuses.

Nous venons d'étudier les phénomènes qui se produisent dans le *tube de Geissler* traversé par le courant de haute tension fourni par la bobine de Ruhmkorff.

Faisons passer le courant dans un tube de Geissler de plus large diamètre, contenant de l'air raréfié, l'effluve se présente sous la forme d'une colonne lumineuse rouge violacée, à contour net, partant de l'électrode positive, pour aller directement à l'électrode négative, mais se terminant avant de



Fig. 90.

l'atteindre. Cette dernière est enveloppée par une gaine violette (fig. 90). Si l'on approche le doigt ou un aimant de l'une des parois du tube, le faisceau positif se dévie, fait un coude à convexité située de ce côté, puis reprend sa direction primitive.

Prenons maintenant un tube dans lequel le vide est poussé progressivement beaucoup plus loin, jusqu'à un millionième d'atmosphère, ou aux environs du millième de millimètre de mercure. Nous allons constater que dans ce *tube dit de Crookes* l'aspect des phénomènes se modifie, à mesure que le vide intérieur s'accroît. La lumière rouge positive s'étale, en se diluant en quelque sorte, elle devient de moins en moins brillante, puis disparaît à un moment donné, quand le vide est très prononcé. La gaine violette cathodique au contraire augmente d'étendue et devient obscure, lorsque le vide approche du millionième d'atmosphère ; *l'espace obscur négatif* remplit alors tout le tube et atteint la paroi vitrée ; c'est à ce moment seulement que le verre devient fortement fluorescent. En même temps la cathode émet les *rayons dits cathodiques,* ou *rayons de Crookes* qui illuminent sur leur passage le gaz raréfié, ce qui permet d'étudier leur marche, comme on étudie un faisceau de lumière entrant dans une chambre obscure, par les poussières qu'il éclaire (Niewenglowski).

Propriétés et nature des rayons de Crookes. — Les principales propriétés des rayons cathodiques sont les suivantes : ils se propagent en ligne droite, quelque soit la distance et la position relative des deux pôles dans le tube et vont former sur la paroi opposée du tube une tache lumineuse ; si l'on interpose un corps opaque sur leur trajet, ce corps porte ombre sur la paroi opposée du tube. Ils rendent fluorescents certains corps solides contre lesquels ils viennent buter ; la paroi du tube par exemple est colorée en vert, si elle est constituée par du verre allemand ou à base alcaline ; elle est colorée en bleu, si le verre est à base de plomb, etc. Ils mettent en mouvement les corps qu'ils rencontrent et les échauffent s'ils sont immobiles, c'est ainsi

que nous verrons le miroir de platine des tubes dits focus rougir plus ou moins fortement pendant le fonctionnement du tube et parfois même arriver à fondre. Ils sont déviés par l'aimant, propriété que l'on utilise parfois en radiographie pour redresser le faisceau cathodique dévié et l'amener à frapper l'anticathode en bon lieu. Ils ont aussi la propriété de décharger les corps électrisés positivement.

Crookes admet pour expliquer leur production la *théorie de l'émission* défendue également par Perrin. Ils résulteraient d'un *bombardement moléculaire* par des particules matérielles électrisées négativement et lancées par la cathode à la vitesse de 200 kilomètres à la seconde (Thompson).

Les physiciens allemands Goldstein, Wiedemann, Hertz, Lenard, pensent au contraire que l'hypothèse des *ondulations* est plus problable et que la théorie des ondulations de Huygens acceptée pour la lumière ordinaire est applicable dans le cas ; les rayons de Crookes se réduiraient par conséquent à un mouvement ondulatoire de l'éther.

Avec la théorie des ondulations, le fonctionnement du tube de Crookes s'expliquerait de la façon suivante. Le tube représente un condensateur dont les deux armatures (anode et cathode) sont séparées par un diélectrique particulier, air ou gaz raréfiés, présentant une grande résistance et possédant une *capacité inductive spécifique* très élevée.

Ce condensateur étant intercalé dans le circuit du secondaire de la bobine de Ruhmkorff, que va-t-il arriver ? Dès que le courant direct passe, l'énergie électrique qu'il véhicule va s'emmagasiner dans les deux électrodes ou armatures qui prennent chacune immédiatement le potentiel correspondant de la source de charge. Comme le diélectrique oppose une forte résistance au passage du courant à travers le tube, c'est lui qui va subir l'effet de la tension élevée accumulée sur l'anode ; il va se déformer, subir une modification dans son état moléculaire et il se produira une forte pression allant de l'anode vers la cathode, une onde électrique positive de charge, dont l'effet sera neutralisé par la résistance du diélectrique et la contre-pression de l'onde négative de charge qui l'empêcheront d'atteindre la cathode.

A ce moment précis, le courant induit direct cesse dans la bobine et la chute de potentiel se produit à l'anode. Le diélectrique décomprimé, comme le serait une membrane élastique placée dans un tuyau et soumise à la pression d'une colonne d'eau dont on supprimerait brusquement le poids, va restituer, par une détente brusque, l'énergie qui s'était accumulée en lui, déterminer la *polarisation* du tube, et produire une onde négative de décharge allant de la cathode à l'anode. Cette onde négative trouvant le chemin relativement libre devant elle, sera plus forte que l'onde positive de charge et pourra atteindre l'anode, produisant le cône de rayons de Crookes.

Presque immédiatement le courant de charge renaît, l'élévation de potentiel reparaît à l'anode, une nouvelle onde positive de charge se produit et est suivie d'une onde négative de décharge et ainsi de suite. Il se développe ainsi dans le tube des oscillations électriques plus ou moins rapides et

amples, suivant la fréquence de l'interrupteur et l'intensité du courant primaire. L'énergie du courant induit employée à provoquer ces oscillations, est comme le dit Claude, l'objet d'un perpétuel jeu de raquette qui la renvoie du condensateur, où elle était emmagasinée sous forme de déformation des molécules du diélectrique, à la self-induction constituée par l'enroulement du secondaire, où elle vient s'absorber sous forme de champ magnétique.

Il faut faire abstraction du courant inverse produit par la bobine ; même si on ne le supprime pas, en intercalant dans le circuit une soupape de Villard, il est incapable, si le diélectrique possède la résistance convenable, de créer des oscillations d'amplitude suffisante, pour permettre son passage.

Villard[1] invoque un autre mécanisme pour expliquer la genèse des rayons cathodiques. Les parois d'un tube de Crookes en activité sont chargées positivement et d'autant plus fortement que le vide intérieur est poussé plus loin, et cette charge positive s'étend jusque tout près de la cathode. La presque totalité de la chute de potentiel se fait près de l'électrode négative, et de la paroi vitrée péri-cathodique comprise dans l'espace obscur se détachent des particules d'hydrogène chargées positivement constituant l'afflux cathodique. Cet afflux cathodique repoussé par les parois se centre sur le tube, si celui-ci est de révolution et forme un courant central d'autant plus resserré que le tube est plus étroit et l'électrisation des parois plus forte. Les filets gazeux constituant l'afflux servent de conducteur au courant électrique et permettent son passage de la paroi vitrée sur l'électrode négative. Avec l'emploi d'une cathode concave sphérique, l'afflux cathodique attiré par le pourtour saillant de l'électrode et repoussé par les parois du tube vient couvrir sur la cathode un anneau d'autant plus délié que la concavité de celle-ci est plus prononcée et de diamètre d'autant plus resserré que le vide est plus accentué. Le faisceau cathodique émis dans ces conditions résulte de la réflexion de l'afflux sur la cathode ; il a pour base le cercle d'impact de l'afflux, présente comme lui une condensation périphérique et s'allonge d'autant plus que le vide est plus prononcé.

Quoi qu'il en soit, s'il est relativement facile d'étudier la forme du faisceau cathodique par la photographie, il est au contraire très difficile de faire sortir ces rayons dans l'air, pour étudier leurs qualités, bien que Lénard y soit parvenu au moyen d'un dispositif spécial.

Cela tient à ce que à la rencontre de la paroi vitrée de l'ampoule ils subissent une transformation et donnent les rayons X ou rayons de Roentgen qui doivent nous occuper plus particulièrement.

Avant de passer à l'étude des rayons de Roentgen, disons encore que si l'on pousse le vide du tube aux dernières limites, en se rapprochant du vide absolu, on obtient le *tube de Hittorf* qui n'est plus perméable au courant

[1] *La Radiographie*, 1899, p. 4.

électrique et dans ce cas l'étincelle jaillit à l'extérieur de l'ampoule, entre le pôle positif et le pôle négatif. C'est un phénomène que nous sommes exposés à voir se réaliser accidentellement dans la pratique, quand le vide de nos tubes devient trop prononcé par l'usage.

Propriétés et nature des rayons de Roentgen. — On est toujours quelque peu dans l'incertitude au sujet de la nature exacte des rayons de Roentgen et les théoriciens ont beau jeu. La croyance la plus communément admise est que c'est de la lumière en général que se rapprochent le plus les rayons de Roentgen ; et par lumière il faut entendre des vibrations transversales de l'éther propagées avec une vitesse définie, et pouvant ne pas impressionner notre rétine.

La lumière ultra-violette, par exemple, n'est pas perçue par notre œil, mais elle agit sur la plaque photographique, elle traverse très difficilement les corps.

La lumière visible agit à la fois sur notre rétine et sur la plaque photographique ; elle peut traverser des épaisseurs considérables de corps et se trouve arrêtée par une faible épaisseur de certains autres.

Les rayons infra-rouges, invisibles pour notre œil et peu actifs sur la plaque photographique, peuvent traverser des substances qui sont opaques pour la lumière ordinaire et pour les rayons ultra-violets.

Les ondes hertziennes qui n'impressionnent ni la rétine, ni la plaque photographique, traversent facilement les murs ou le corps humain.

Ces différentes variétés de lumière ont une qualité commune, ainsi que le fait remarquer Thompson ; elles s'infléchissent quand elles passent d'un milieu dans un autre, tandis que les rayons de Roentgen ne seraient pas réfractés.

Mais il faut immédiatement ajouter que les ondes des rayons dont la fréquence dépasse une certaine valeur ne subissent aucune réfraction, comme l'a démontré Helmholtz. L'absence de réfraction des rayons de Roentgen ne prouve donc nullement qu'ils ne constituent pas une variété de lumière.

Une autre caractéristique de toutes les variétés de lumière, c'est la polarisation qui démontre l'existence de vibrations transversales. Certains ont admis que les rayons Roentgen peuvent être polarisés, d'autres ont nié le fait. Mais, dit Thompson, on peut répondre que la polarisation pour une sorte de lumière peut ne pas réussir quand on l'applique à une autre sorte de lumière. On peut par exemple polariser les ondes de chaleur rayonnante, à condition d'employer, au lieu des plaques de tourmaline, des fils excessivement fins enroulés à côté l'un de l'autre sur un cadre.

Il est donc possible de penser que la tourmaline, quoique de structure assez fine pour assurer le passage de la lumière ordinaire ne le soit pas suffisamment pour permettre la polarisation des rayons X.

Rien par conséquent n'infirme d'une façon absolue l'hypothèse qui fait des rayons de Roentgen une variété de lumière.

Au contraire, les recherches récentes de Blondlot[1] ont démontré que la vitesse des rayons X était égale à celle de la lumière.

De toutes les lumières connues jusqu'ici, ce sont les *rayons de Becquerel* qui se rapprochent le plus des rayons de Roentgen et constituent le trait d'union entre eux et la lumière ordinaire.

L'uranium, le radium, le pollonium, après avoir été insolés, émettent, même au bout d'un long séjour dans l'obscurité, des radiations qui traversent les corps opaques, agissent sur les plaques photographiques, et déchargent les conducteurs électrisés. Mais d'autre part, ils se réfléchissent, se réfractent et sont polarisés par la tourmaline.

Charles Henry a montré également que du sulfure de zinc, corps phosphorescent, soumis à l'action des rayons solaires, peut ensuite impressionner une plaque photographique, à travers une lame d'aluminium, ou une feuille de carton.

Si les rayons émis par les substances précédentes étaient suffisamment forts, il suffirait de remplacer la bobine d'induction et le tube de Crookes par ces matières que l'on soumettrait à l'action de la lumière solaire ou de la flamme du magnésium, avant de les utiliser pour faire une radiographie.

Les recherches sur l'interférence ont montré que la longueur d'onde des rayons de Roentgen pouvait être évaluée à 0,014 μ.

Leur place par rapport aux autres variétés de lumière est indiquée dans le tableau suivant emprunté à Schürmayer[2].

		Rayons caloriques.										
			Rayons optiques.									
Ondes de Hertz.		Ultra-rouge.	rouge.	Jaune.	Vert.	Bleu.	Indigo.	Violet.	Ultra violet.	— —		Rayons de Roentgen.
Plusieurs mètres.		18 μ	0,8 0,75					0,38	0,2	0.1		0,014 μ
			Rayons chimiques.									

Mais il y a vraisemblablement des rayons de Roentgen de longueurs d'onde différentes et ayant des actions également différentes. Bütner et Müller, Sagnac et d'autres observateurs sont de cet avis. Les corps solides, l'air et les gaz traversés par les rayons de Roentgen, transforment les rayons X en *rayons secondaires* qui ont des qualités autres. Ces nouveaux rayons sont moins pénétrants que les premiers, et sont tels qu'ils semblent avoir été produits par un second tube plus mou que le premier. Ces rayons secondaires s'affaiblissent de plus en plus à mesure qu'ils rencontrent de nouveaux obstacles.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 27 octobre, 3 et 10 novembre 1902.

[2] *Internationale Photographische Monatschrift für Medizin*, 1898. Heft, VIII-XII.

La tendance actuelle consiste à considérer les rayons X comme une variété des rayons cathodiques, lesquels présentent eux-mêmes beaucoup d'analogies avec les rayons ultra-violets du spectre.

Les rayons de Roentgen ont, comme les rayons violets et ultra-violets et comme les rayons de Crookes la propriété de décharger les corps électrisés ; les rayons ultra-violets déchargent surtout les corps électrisés négativement, ceux de Crookes les corps électrisés positivement et les rayons X déchargent les corps électrisés positivement ou négativement.

Tubes pour la production des rayons de Roentgen. — Depuis la découverte de Roentgen en décembre 1895, les tubes employés ont beaucoup varié d'aspect et de structure.

La forme extérieure des ampoules ainsi que la disposition des électrodes intérieures ont subi de multiples changements. On trouve dans le Traité de radiographie de Foveau de Courmelles un tableau répresentant, d'après Seguy, ces ampoules devenues historiques, et la description de chacune d'elles.

Ce qui constitue avant tout la valeur d'une ampoule, c'est la disposition intérieure des électrodes et leur structure.

Les ampoules à *électrodes filiformes* ne concentraient pas les rayons X qui étaient envoyés à peu près dans toutes les directions. Bientôt on les a remplacées par les ampoules à *électrodes à plateau*. Le rendement était déjà meilleur, mais la diffusion encore trop prononcée. Le faisceau de rayons cathodiques venait frapper la paroi vitrée sur une surface plus ou moins large, suivant son éloignement de la cathode, et les rayons de Roentgen se produisaient au niveau du segment vitré touché par les rayons de Crookes du faisceau principal.

Mais toute la région de l'ampoule située en avant de la cathode recevait des rayons de Crookes d'intensité variable qui lui communiquaient la fluorescence et donnaient naissance à des rayons de Roentgen de qualité différente des premiers, d'où une cause de flou sur les radiographies.

L'adoption d'une *cathode concave* permit de resserrer le faisceau des rayons de Crookes et améliora déjà les résultats (fig. 91).

On a essayé ensuite de rapprocher davantage la cathode de la paroi vitrée, pour avoir une surface de frappe moins large par le cône moins évasé de rayons cathodiques ; mais sous l'influence de la haute température développée en ce point, la paroi vitrée se déformait ou fondait.

L'ampoule dite *focus* proposée par Silvanus Thompson constitua un solution heureuse de la question. C'est celle qui est encore employée aujourd'hui.

Dans le prolongement de la *cathode*, ou pôle négatif, formé par un miroir concave en aluminium, se trouve le pôle positif, *anode* ou *anticathode ou cible*, constitué par un miroir en platine incliné à 45° sur l'axe de la cathode (fig. 92).

Le faisceau de rayons de Crookes concentré par le miroir concave catho-

dique vient par son sommet frapper le miroir anticathodique, y former foyer au niveau d'un point plus ou moins restreint que l'on voit briller d'un vif éclat incandescent, pendant le fonctionnement du tube. Les rayons de Roentgen, résultant d'une transformation d'énergie produite par le choc des rayons cathodiques, partent du point frappé et sortent verticalement, sous forme de faisceau divergent, à travers la paroi vitrée opposée. Il se passe



Fig. 91.

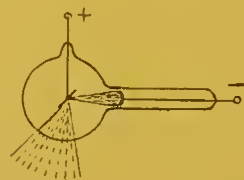


Fig. 92.

dans ce cas un phénomène analogue à celui de la réflexion d'un faisceau de lumière ordinaire sur un miroir incliné à 45°.

Le tube focus a subi dans la suite, des modifications de détails très variées.

Colardeau pensant que la paroi vitrée opposée à l'anticathode absorbe au passage une certaine quantité de rayons de Roentgen, a aminci le verre



Fig. 93.

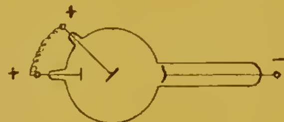


Fig. 94.

dans le segment correspondant à l'anticathode, à l'endroit où sortent les rayons (fig. 93).

Actuellement toutes les ampoules se composent de deux parties : l'une sphérique de dimension variable contenant l'anticathode, l'autre cylindrique renfermant la cathode.

On a cru pendant longtemps qu'il y avait avantage à employer les *tubes bianodiques* : l'une des anodes supportait le miroir incliné à 45°, et l'autre située dans le prolongement de la cathode se terminait par un miroir plan (fig. 94).

Les deux anodes étant réunies extérieurement par un fil de connexion, on pouvait brancher le fil provenant de la borne positive de la bobine sur l'une ou l'autre des électrodes positives, la première portant le nom d'anode et la seconde celui d'anticathode.

On expliquait la nécessité d'une deuxième anode par le raisonnement suivant : les rayons de Crookes chargeant l'anticathode négativement, il y a avantage, pour la production des rayons de Roentgen qui sont neutres, de l'amener elle-même à cet état ; on y arrive en conservant la deuxième anode qui envoie sur l'anticathode des rayons positifs. On croyait également, au

moyen de cette neutralisation des rayons de Crookes sur l'anticathode, supprimer la réflexion de ces rayons qui se fait partiellement et prévenir la métallisation de la paroi du tube dans le segment opposé à l'anticathode.

En effet, dans un tube focus la zone fluorescente de l'ampoule est limitée par un plan passant par l'anticathode ; la portion du tube qui se trouve derrière ce plan n'est pas éclairée, mais elle est à l'abri de la métallisation que l'on constate en avant du plan anticathodique sous forme d'une teinte bleue noirâtre, dans un tube qui a fonctionné pendant un certain temps. On croyait que cette teinte était due au dépôt sur la face interne de l'ampoule de particules métalliques arrachées du miroir anticathodique incandescent et transportées sur la paroi vitrée par les rayons périphériques du faisceau de Crookes qui se réfléchissent sur l'anticathode et vont frapper la paroi vitrée en la rendant fluorescente.

Actuellement on pense que la métallisation est plutôt le résultat du passage accidentel dans l'ampoule du courant inverse du transformateur ; l'anticathode devenant cathode dans ce cas laisse détacher de sa surface des particules métalliques qui sont projetées en avant d'elle sur la paroi du tube.

Villard estime également que ce noircissement de la paroi des vieux tubes peut être dû en partie à la réduction de certains oxydes entrant dans la constitution du verre, par les rayons cathodiques diffusés.

L'incandescence plus ou moins forte et plus ou moins fréquemment répétée de l'anticathode, particulièrement au niveau du point radiant ou point d'impact du faisceau direct de Crookes, a pour résultat d'y percer un trou dont la présence diminue dans une certaine mesure le rendement du tube. Pour prévenir la perforation de l'anticathode, on a été amené à renforcer l'épaisseur du miroir de platine qui la constitue.

Pour empêcher son échauffement et augmenter la production des rayons de Roentgen on a cherché à remplacer le miroir de platine par une couche de sels d'urane dont le pouvoir émissif, surtout pour l'oxyde vert d'urane et le tungstate d'urane, est plus considérable, mais on s'est heurté à des difficultés pour trouver une émaillure convenable, permettant l'adhésion de la couche d'urane.

Les tubes bianodiques employés actuellement portent en France le nom de Seguy, Muret, etc..., en Allemagne ce sont les tubes Müller, Zehnder, etc...

L'inutilité de la seconde anode commence à être admise et les excellents tubes construits en France par Chabaud sont *monoanodiques*.

Que l'on utilise par conséquent des tubes focus mono ou bianodiques, particularité sans importance, à notre avis, au point de vue pratique, voyons quelles sont les circonstances qui peuvent troubler le fonctionnement régulier d'un tube ou même le détruire complètement, et quels sont les différents moyens imaginés et préconisés pour prévenir ces conséquences fâcheuses, et y remédier dans la limite du possible.

Vidange et régénération des tubes. — Au moment de la construction, lorsque l'ampoule de verre a été soufflée convenablement et munie des diverticules et appendices nécessaires, que les électrodes ont été introduites et fixées en bonne place, il faut raréfier l'air ou le gaz à l'intérieur du tube. Dans la plupart des tubes, le gaz raréfié contenu à l'intérieur est de l'air; dans les tubes Chabaud, au contraire, c'est de l'hydrogène, et nous verrons ultérieurement l'importance de cette particularité.

Le gaz intérieur, air ou hydrogène, est d'abord extrait en partie à l'aide de la *trompe à eau* qui agit plus vite et avec plus de commodité que les machines pneumatiques ordinaires.

Le vide de 1/2 millimètre de mercure obtenu avec la trompe à eau est parfait avec les pompes-trompes à mercure des modèles Alvergniat-Chabaud, Verneuil ou Seguy. La jauge de Mac-Leod permet d'apprécier le degré de vide et lorsqu'elle indique qu'on est arrivé aux environs du millième de millimètre de mercure, on essaye l'ampoule en y faisant passer le courant de la bobine de Ruhmkorff.

On dispose de plusieurs moyens de contrôle pour savoir si le tube est arrivé au degré de vide optimum. Mais faisons remarquer tout d'abord que la vidange devra être plus ou moins prononcée, suivant la puissance de la bobine de Ruhmkorff dans le circuit de laquelle on se propose de l'intercaler.

On a proposé le *contrôle optique*, le *contrôle photographique*, le *contrôle électroscopique;* nous ne faisons que mentionner ces procédés qui nous semblent inférieurs au *contrôle à l'écran fluorescent*, plus pratique et aussi précis à notre avis. Il suffit d'interposer la main entre le tube et l'écran, et lorsque les os se montrent avec la teinte voulue et connue d'avance de l'observateur, on arrête la vidange.

Nous n'avons fait qu'indiquer sommairement la manière de fabriquer les ampoules, parce que l'opérateur, malgré toute son habileté et toutes ses connaissances, fera mieux de les acheter aux constructeurs spéciaux que de tenter de les fabriquer lui-même.

Tout au plus pourra-t-on dans un grand laboratoire songer à faire sur place la vidange des tubes pour les régénérer. Il suffira de posséder une pompe-trompe à mercure et de souder, au moyen du chalumeau à gaz, la tubulure annexe du tube de Crookes au conduit d'aspiration spécial de la machine à vide. Pendant la durée de l'opération, il faudra chauffer, à plusieurs reprises et plus ou moins fortement l'ampoule, avec une lampe à alcool ou un chalumeau à gaz à large flamme, pour faire dégager tous les gaz inclus dans la paroi vitrée et dans les électrodes métalliques, de façon à remettre autant que possible le tube dans son état primitif, à le régénérer. Lorsque le contrôle radioscopique montrera que la vidange est suffisante, on séparera à nouveau l'ampoule de la machine, en fermant au chalumeau la tubulure annexe.

Réglage des tubes. — La régénération des tubes exigeant l'emploi de la pompe à mercure sera une exception et ne s'appliquera qu'à des ampoules

ayant une vie déjà longue. Au contraire la nécessité de régler le vide intérieur du tube se fait sentir à chaque instant et peut aisément s'obtenir avec des moyens plus simples et plus à la portée de tous.

Un tube qui était primitivement *au point* peut avec le temps devenir *trop mou ou trop dur.*

Un tube devient mou lorsqu'il n'est pas utilisé pendant un certain temps, parce qu'il se fait toujours une rentrée progressive et imperceptible d'air dans son intérieur, à travers la paroi vitrée. On reconnaît qu'un tube est trop mou, lorsque à l'écran les os de la main sont noirs et ne tranchent pas suffisamment sur l'ombre des parties molles.

Pour ramener au point un tube trop mou, deux moyens peuvent être employés, dans le but de faire absorber des gaz par la paroi et par les électrodes : ou bien on fait passer à son intérieur un courant faible et de sens normal, pendant un temps assez long ; ou bien on y fait circuler une ou plusieurs fois, pendant un espace de quelques secondes, le courant inversé, ce qui est très facile au moyen de l'interrupteur inverseur annexé généralement à la bobine.

Que l'on emploie l'un ou l'autre procédé, il faut de temps en temps contrôler l'état du tube, en regardant une main à l'écran et s'arrêter quand on est arrivé au point voulu.

Lorsqu'on utilise les tubes munis de l'osmo-régulateur de Villard, que nous décrirons tout à l'heure, il suffit pour traiter un tube mou, d'engainer la tige fixe de platine dans un manchon creux de même métal et de diamètre plus grand, que l'on chauffe vigoureusement avec un fort bec de Bunsen, jusqu'à ce que le contrôle radioscopique montre que l'on a fait sortir la quantité de gaz en excès.

C'est plus généralement de la dureté des tubes dont on a à se préoccuper.

Différents moyens permettent d'y obvier suivant la variété de tubes que l'on emploie.

Si l'on se sert d'un tube focus ordinaire, il suffit, pour diminuer sa dureté, de le chauffer plus ou moins fortement avec une lampe à alcool dont la flamme vient lécher progressivement et successsivement toute la surface, pour éviter la dilatation irrégulière du verre et sa brisure ; on évitera de chauffer le point d'entrée des électrodes pour ne pas fondre le mastic avec lequel elles sont collées, et on chauffera de préférence la région cylindrique correspondant au miroir cathodique, car c'est à cet endroit que se trouvent surtout emmagasinés les gaz.

Ce chauffage a pour but de mettre en liberté les molécules gazeuses qui viennent pendant le fonctionnement du tube s'accoler et adhérer à la face interne de la paroi vitrée et forment ce que les physiciens appellent les *atmosphères adhérentes*. Les phénomènes moléculaires qui ont pour effet de maintenir une couche gazeuse adhérente à un corps solide mettent en jeu de grandes quantités d'énergie et il est souvent très difficile de débarrasser la surface d'un corps des dernières traces de gaz adhérent.

On peut chauffer le tube pendant qu'il fonctionne, en plaçant la lampe à alcool sur un support fixé à un manche en bois que l'on tient à la main, ou bien en utilisant un chalumeau à gaz ou à alcool pourvu d'un manche isolant en ébonite. Les flammes étant conductrices de l'électricité, si l'on n'isolait pas convenablement la main de la flamme, on recevrait des décharges désagréables, sinon dangereuses.

Lorsque le tube, déjà ancien, devient par trop dur et ne peut plus être régénéré convenablement par le traitement précédent, il ne faut pas se hâter de le mettre au rebut.

On peut tout d'abord le laisser au repos un certain temps ; pendant cette période de non-fonctionnement, comme nous l'avons déjà vu, une petite quantité d'air ambiant traversera spontanément la paroi et pourra ramener le vide au degré voulu.

Les tubes trop durs seront également régénérés par un séjour de durée variable dans l'étuve à air sec, à une température voisine de 200 degrés. On décompose ainsi l'eau que contient l'ampoule et dont on n'a pas pu la débarrasser complètement par des desséchants au moment de sa vidange primitive. L'hydrogène et l'oxygène mis en liberté diminuent le degré de dureté du tube.

Si à un moment donné le chauffage même prolongé de la paroi ne peut plus lui faire rendre suffisamment de gaz, on procède de la façon suivante : on chauffe au chalumeau la tubulure latérale qui a servi à la vidange primitive du tube et on l'étire de façon à obtenir un conduit aussi capillaire que possible ; on casse alors avec une pince l'extrémité de ce tube très fin, on laisse rentrer une très faible quantité d'air, puis on ferme immédiatement au chalumeau. On contrôle le tube et si par hasard il est devenu trop mou, on le traite en conséquence.

Il est encore possible de prolonger la durée de fonctionnement d'un tube devenu trop résistant, en ayant recours à l'artifice suivant : on entoure le col de la cathode, à son union avec la partie sphérique de l'ampoule, avec une bague métallique de quelques centimètres de large, constituée par une feuille d'aluminium, d'étain, de plomb, de platine, etc., ou avec une hélice de fil de cuivre isolé. Les tubes fatigués par un long usage et dont la résistance est devenue trop grande, retrouvent au bout de quelques secondes, avec cette nouvelle disposition, un débit de remarquable intensité et ils n'exigent qu'une différence de potentiel plus faible [1].

Mais bientôt les constructeurs nous ont permis de nous passer de ces moyens de fortune, en nous fournissant des *ampoules dites régénérables* ou à *régulateurs de vide*, dont le fonctionnement est basé sur des principes quelque peu différents.

a. *Tubes à réserve gazeuse*. — La réserve de gaz peut se trouver dans une cavité annexe et indépendante de la cavité principale ; il en est ainsi du tube à réservoir d'air avec robinet de Max Lévy, de Berlin, qui est un *tube à*

[1] Virgilio Machado. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 9 mai 1898.

régulateur mécanique. On annexe au tube de Crookes un petit réservoir B (fig. 95), dans lequel le vide est poussé moins loin que dans l'ampoule principale A. Ce réservoir peut, suivant les besoins, être mis en communication avec la cavité principale au moyen d'un tube capillaire que l'on ouvre en tournant un robinet R. D'autre part le robinet n'est pas tellement étanche qu'à un moment donné une petite quantité d'air ne puisse passer dans l'annexe et remplacer celle que l'on a laissé pénétrer dans la grande ampoule. De cette façon, la petite ampoule constitue un réservoir d'air inépuisable, et avec ce dispositif il n'est jamais nécessaire de chauffer le tube.

Comme tube à *régulateur physique*, de cette catégorie, nous citerons le modèle de Chabaud, à électrode supplémentaire de palladium (fig. 96).

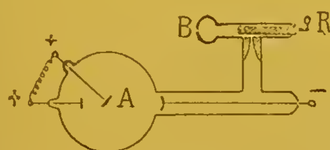


Fig. 95.



Fig. 96.

Ce métal ayant la propriété d'occlure l'hydrogène, on fait le vide sur ce gaz, pendant que le courant passe, en prenant comme électrode positive la lame de palladium qui absorbe une certaine quantité d'hydrogène.

Lorsqu'un tube ainsi disposé devient dur, il suffit de chauffer légèrement l'électrode de paladium. Si l'on dépasse le but, on fait passer le courant, en prenant l'électrode de palladium E comme anode.

Dans les tubes à *régulateur chimique*, on place, dans un diverticule communiquant avec l'ampoule principale, une substance chimique capable d'emmagasiner des gaz, de l'oxygène par exemple.

C'est surtout la potasse caustique qui a été employée dans ce but. Si le tube est trop résistant, il suffit de chauffer légèrement avec une lampe à alcool la potasse qui se trouve placée dans une tubulure latérale.

D'après ce principe on a construit des ampoules dites à *régulateur automatique de vide*, dont la structure est la suivante (fig. 97) : une ampoule latérale munie d'un réservoir contenant de la potasse P, renferme une anode et une cathode supplémentaire A′ C′. L'anode principale A est réunie à l'anode auxiliaire A′ par un fil conducteur F′. La cathode auxilliaire C′ communique électriquement avec une tige métallique articulée T que l'on rapproche plus ou moins de la cathode principale C, en la plaçant en T′ par exemple. Lorsque le tube devient trop résistant, l'étincelle jaillit entre l'extrémité de T′ et C. Dans ce cas le courant passe par les électrodes accessoires A′ C′ à travers l'ampoule auxiliaire qui fonctionne, et les rayons de Crookes émis par la cathode C′ venant frapper le réservoir de potasse P, le chauffent et dégagent une certaine quantité d'oxygène. Il en est ainsi tant que le vide de l'ampoule principale n'est pas revenu au point voulu, pour laisser passer le courant à son intérieur. En éloignant ou rapprochant la tige T de C, on règle l'étincelle équivalente au degré de vide que l'on désire obtenir dans

l'ampoule principale, pour produire des rayons de Roentgen plus ou moins pénétrants selon les cas.

Les ampoules basées sur ce principe de la régulation automatique du vide sont en très grande faveur en Allemagne, et un nouvel exemplaire perfectionné désigné sous le nom de *tube Roentgen universel de Müller* a figuré au 73e Congrès des naturalistes et médecins allemands tenu à Hambourg en septembre 1901. Nous en empruntons la description au rapport de notre collègue de l'armée belge, le médecin de bataillon Dupont[1]. Une ampoule principale A (fig. 98) communique par un petit tube de verre T avec une ampoule annexe B. L'ampoule annexe possède une cathode C′, d'une substance spéciale qui laisse dégager une certaine quantité de gaz, dès que le courant passe à travers B et ce fait se produit lorsque l'ampoule A devenant trop résistante, l'étincelle jaillit entre D et C.

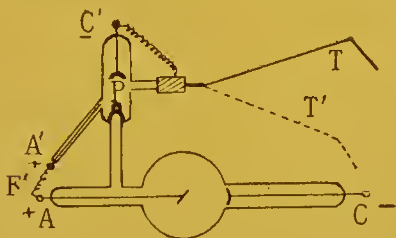


Fig. 97.

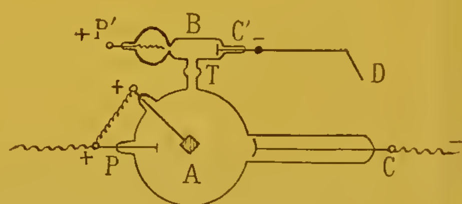


Fig. 98.

Lorsque la dureté du tube est par trop considérable, on réunit directement le pôle négatif de l'inducteur et la cathode C′. On emploie dans ce cas un courant de force moyenne ; on le laisse passer deux ou trois secondes, puis on rattache le fil négatif à la cathode du tube principal.

On peut ainsi obtenir, même pendant les poses les plus longues, une dureté constamment uniforme du tube, tandis que les tubes sans régulateur automatique durcissent de plus en plus à mesure que leur fonctionnement se prolonge et fournissent des rayons de Roentgen de puissance inégale.

Jusqu'ici nous ne trouvons pas de différence appréciable, au point de vue pratique, entre cette nouvelle ampoule et celle à récipient de potasse que nous avons décrit précédemment. Mais voici ce qui constitue sa supériorité : elle permet de rendre au besoin le tube plus dur, ce qui peut être utile lorsque, par exemple, après avoir radiographié une main, on doit procéder à la même opération sur un bassin ; il est nécessaire en effet d'opérer dans ce dernier cas avec un tube dont l'étincelle équivalente mesure 10 à 12 centimètres ou plus, tandis qu'une résistanc de 4 à 5 centimètres suffisait pour la main.

Pour rendre le tube plus dur, on relie le fil positif de l'inducteur, non plus avec l'anode P du tube principal, mais avec l'électrode spiralée P′ du tube annexe, en ayant soin que la tige D soit suffisamment écartée de la

[1] *Archives médicales belges*, novembre 1901.

cathode C. On fait alors passer le courant ; la substance constituant l'électrode laisse échapper du gaz qui est refoulé dans le tube annexe.

Pour faire ainsi passer un tube de l'état mou à l'état dur, il faut de quatre à cinq minutes.

Au dire de l'inventeur, les substances permettant le réglage se trouvent dans le tube annexe en quantité pour ainsi dire inépuisable.

b. *Tubes à osmose.* — Les tubes Chabaud pourvus de l'osmo-régulateur de Villard sont supérieurs à tous les précédents et permettent un réglage très facile.

L'appareil se compose d'un cylindre creux de platine, de quelques millimètres de diamètre et de 5 à 6 centimètres de long, fermé à l'une de ses extrémités et soudé à un diverticule du tube de Crookes par son autre bout qui est ouvert.

Son fonctionnement est le suivant : toutes les fois que le cylindre de platine est chauffé au rouge, il devient poreux à l'hydrogène ; or, comme

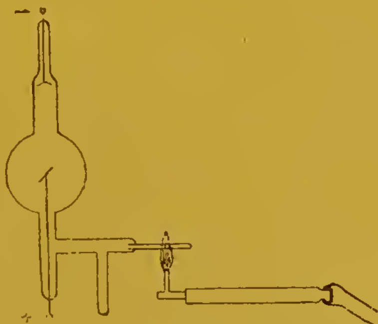


Fig. 99.

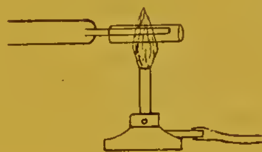


Fig. 100.

toutes les flammes contiennent de l'hydrogène libre, celui-ci entrera dans le tube de Crookes, en traversant la paroi de platine incandescente. Le chauffage cessant, le platine redevient imperméable et le gaz qui a pénétré ne peut plus ressortir (fig. 99).

Si au contraire le tube de Crookes est trop dur et que l'on veuille faire sortir du gaz, on engaine le cylindre de platine dans un manchon mobile, à section elliptique, de même métal, et on chauffe fortement ce dernier par son milieu avec un fort bec de Bunsen, en ayant soin que la flamme ne pénètre pas à l'intérieur du manchon (fig. 100). Le petit cylindre de platine, dans ces conditions n'est entouré que d'air chaud circulant librement dans le canal du manchon, et l'hydrogène contenu dans le tube de Crookes s'échappe peu à peu au travers des parois du cylindre de platine portées à l'incandescence. Cette opération est plus longue, et de résultats moins certains, que celle qui consiste à introduire du gaz, parce que la pression de l'hydrogène dans le tube de Crookes est toujours très faible.

Préservation des tubes contre les causes de destruction fonctionnelles. — Lorsqu'un tube est trop dur, le courant ne pouvant pas le traverser, l'étin-

celle jaillit à l'extérieur entre l'électrode positive et l'un des points de la paroi de l'ampoule ; au point frappé il peut se faire dans la paroi vitrée une petite perforation souvent très difficile à découvrir, mais largement suffisante pour permettre à l'air de pénétrer et de mettre le tube hors de service.

Dans ce cas il n'y a qu'à rechercher la perforation, la boucher en chauffant la paroi au chalumeau, puis refaire le vide au moyen de la pompe-trompe. L'opération peut se pratiquer au laboratoire, si l'on est outillé en conséquence, mais il est plus simple de renvoyer le tube au fabricant qui fera le nécessaire.

Si l'on fait passer accidentellement le courant en sens inverse à travers le tube, celui-ci peut se détériorer si cette alimentation vicieuse dure un certain temps, et en tout cas il durcit très rapidement. Il se détache de la cathode en aluminium qui fonctionne dans ce cas comme anode, des particules métalliques qui viennent se déposer à la face interne de la paroi vitrée et lui donnent une teinte bleue noirâtre plus ou moins prononcée. Cette *métallisation* du tube a deux inconvénients principaux : la paroi devient moins perméable aux rayons de Roentgen qui peuvent en outre se transformer, en partie, au passage, en rayons secondaires de Sagnac ; et d'autre part les tubes métallisés ont une grande tendance à durcir très rapidement, par suite de l'absorption facile des molécules gazeuses intérieures par le dépôt métallique pulvérulent.

On reconnaît facilement, avec un peu d'attention, que le courant est inversé, parce que le tube, au lieu de s'éclairer de la façon normale, en produisant une fluorescence jaune verdâtre dans la moitié de la sphère située en avant de l'anticathode, présente une lueur violette plus ou moins généralisée à toute sa cavité et une série de flaques et d'anneaux violets ou jaunes séparés les uns des autres et concentriques à l'anode et à la cathode.

Cette métallisation peut aussi se produire à la longue et progressivement dans un tube qui est toujours alimenté dans le bon sens ; c'est là une conséquence du passage du courant inverse de la bobine qui traverse parfois le tube, en même temps que le courant direct, surtout lorsque la résistance intérieure est faible, comme c'est le cas pour les tubes mous. Mais il est très facile de prévenir la métallisation dans ce cas ; il suffit d'intercaler dans le circuit d'alimentation une soupape électrique de Villard, en position telle qu'elle empêche le passage du courant inverse.

Contre un tube devenu trop dur par métallisation, on ne peut rien ; il n'y a qu'à le mettre au rebut.

Il peut arriver aussi que le faisceau de rayons de Crookes émis par la cathode se décentre et qu'au lieu de frapper vers le milieu du miroir anticathodique, il tombe en dehors de ce miroir. Cet accident peut se produire en cas d'échauffement trop considérable des électrodes dont la tige de support entraînée par le poids du miroir se plie dans le sens de la pesanteur. C'est pour prévenir cette déformation que les fabricants entourent d'un manchon de verre la tige métallique qui supporte les électrodes à l'intérieur

du tube. La partie terminale centrale du manchon de verre étant fixée exactement sur le pourtour de la partie correspondante de l'électrode qui est renflée, pour qu'elle résiste mieux à la chaleur, il est nécessaire qu'il y ait dans la gaine vitrée un trou en arrière de ce point; sans quoi sous l'influence de la dilatation par la chaleur de la couche de gaz occupant la cavité du manchon, l'éclatement de ce dernier se produirait (fig. 101). Si ce trou n'a pas été ménagé par le fabricant, le manchon de verre se fracture et la portion faible de l'électrode ne se trouvant plus soutenue, peut se plier et amener une décentration du miroir.

On peut aussi constater des décentrations accidentelles du faisceau de rayons cathodiques résultant de l'attraction de celui-ci par un aimant ou l'électro-aimant de la bobine qui se trouverait placée trop près du tube. Dans ce cas il n'y a qu'à éloigner le tube en fonctionnement de l'aimant ou de l'électro-aimant nocifs.

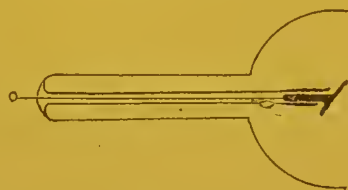


Fig. 101.

Lorsque le tube est décentré d'une façon permanente, par coudure de l'une des électrodes, on place à demeure un petit aimant à son voisinage, dans le sens voulu pour ramener le faisceau de rayons de Crookes à frapper en bon lieu.

La perforation par fonte, et le décollement du miroir anticathodique sont des accidents que l'on observe avec l'emploi de courants trop intenses, particulièrement avec l'usage de l'interrupteur de Wehnelt, modèle ordinaire.

Bien qu'un tube à anode perforée puisse encore fournir des rayons de Roentgen, le rendement en est toutefois moindre et les fabricants ont été amenés à renforcer l'épaisseur du miroir anticathodique, pour éviter la production de cet accident.

Mais avec le Wehnelt cela ne suffit pas encore ; le miroir à un moment donné, si la pose est un peu longue et le courant intense, finit par se trouer ou se décoller, par fonte de la soudure qui l'unit à la tige de support de l'électrode.

On a alors cherché par différents moyens à refroidir, dans la limite du possible, l'anticathode pendant le fonctionnement du tube.

On n'est pas arrivé à prévenir complètement l'échauffement, mais on l'empêche d'atteindre un degré nuisible. L'on sait fort bien en effet qu'il n'est pas nécessaire que le miroir anticathodique soit porté au rouge, pour qu'il y ait production de rayons de Roentgen. L'échauffement du miroir n'a que des inconvénients, dont un des principaux est de faire varier, pendant la durée d'une opération, la densité de l'atmosphère gazeuse contenue dans le tube, et il faudrait pouvoir le supprimer complètement.

On a tenté de faciliter la diffusion à l'extérieur du tube de la chaleur produite sur le miroir anticathodique. Pour cela, au lieu de souder le miroir de platine à l'extrémité d'un fil de faible diamètre diffusant peu la chaleur, on l'a fixé à l'extrémité d'un tube métallique creux, de 1 centimètre environ de

diamètre, débouchant par son autre extrémité à la surface du tube et servant de conducteur positif (fig. 102). Dans le but de faciliter encore davantage la diffusion de la chaleur, certains fabricants ont soudé, à la partie extérieure du manchon précédent, une plaque métallique circulaire, à surface ondulée en forme d'ailettes (fig. 103).

On trouve dans le commerce différents modèles de ces *tubes à refroidissement par l'air extérieur.*

D'autres constructeurs ont songé à utiliser le pouvoir conducteur de l'eau

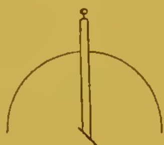


Fig. 102.

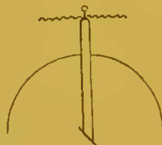


Fig. 103.

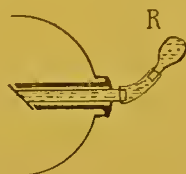


Fig. 104.

qui est un peu plus élevé que celui de l'air, d'où l'emploi des *tubes à refroidissement par l'eau.*

Le tube Buguet-Chabaud à anticathode refroidie est un spécimen du genre. L'anticathode est constituée par une lame de platine iridié qui ferme un tube de platine de gros diamètre, soudé au verre de l'ampoule et servant d'électrode. Un réservoir en verre R (fig. 104) destiné à recevoir de l'eau, est réuni par un caoutchouc au tube de platine. Le réservoir R peut s'incliner de façon à ce que le tube soit susceptible d'être orienté convenablement pour les besoins de la radiographie ou de la radioscopie.

La chaleur du miroir anticathodique est transmise à l'eau par conductibilité et surtout par convection, c'est-à-dire qu'il se produit dans la masse du liquide des courants intérieurs qui font monter à la surface du réservoir les couches chauffées, lesquelles sont remplacées par des couches plus froides.

Lorsque ce tube a fonctionné pendant quelque temps, surtout avec le Wehnelt, l'eau du réservoir est généralement bouillante. On la fait sortir en retournant le tube, le réservoir en bas, puis on attend que le tube soit refroidi avant d'introduire à nouveau de l'eau, sans quoi on produirait une rupture de l'ampoule.

CHAPITRE V

RÉTINES ARTIFICIELLES POUR RAYONS DE ROENTGEN

De même que les rayons ultra-rouges et les rayons ultra-violets qui ont les uns 18 μ de longueur d'onde et les autres 0,2 à 0,1 μ, ne peuvent être perçus par notre œil dont la rétine n'est impressionnée que par les radiations ayant une longueur d'onde comprise entre 0,75 et 0,38 μ, et ne sont décelés que par des moyens intermédiaires, le bolomètre pour les premiers et la plaque photographique pour les seconds ; de même les rayons de Roentgen, avec leur longueur d'onde de 0,014 μ, ne peuvent être perçus par l'œil humain.

Pour constater leur présence, il faut d'abord les faire agir sur des substances sensibles à leur action et subissant de ce fait des modifications susceptibles d'être perçues par notre œil. Aussi nous semble-t-il logique de désigner les appareils dans la structure desquels entrent ces substances impressionnables sous le nom de *rétines artificielles* de même que Hertz a décrit, sous le nom d'*oreille électrique,* le petit appareil qui lui a servi à déceler la propagation des ondes électriques à travers l'espace.

Pour constater la présence des rayons de Roentgen, on pourrait employer l'électroscope spécial de Hurzumescu, construit par Chabaud. Bornons-nous simplement à mentionner cet appareil et occupons-nous exclusivement des rétines artificielles qui peuvent nous fournir des applications pratiques plus immédiates. Nous avons à en considérer deux catégories : les *rétines physiques* et les *rétines chimiques.*

Les *rétines physiques* sont basées sur la propriété qu'ont certaines substances de devenir luminescentes sous l'influence des rayons de Roentgen. Les substances *luminescentes* se divisent en deux catégories : substances *fluorescentes* et substances *phosphorescentes.* Ces substances finement pulvérisées sont fixées, au moyen d'un adhésif, sur une plaque mince de carton, et l'on constitue ainsi ce que l'on appelle les *écrans.*

Écrans fluorescents. — Sont généralement à base de platinocyanure de baryum, corps qui a été pour Roentgen le révélateur de l'existence des rayons qui portent son nom. D'autres sels ont été préconisés, entre autres le tungstate de calcium par Edison ; mais la préférence est toujours pour le premier.

La plupart des écrans livrés par le commerce viennent de la maison allemande Kahlbaum. On peut très bien les fabriquer soi-même, ce qui diminue dans des proportions considérables le prix de revient de ces objets qui sont vendus très chers.

On dispose à plat une feuille de carton mince, à surface lisse, de transparence parfaite à la lumière. On en badigeonne la face supérieure avec une substance agglutinante, telle que la gomme arabique, le collodion riciné, la gélatine, etc. Immédiatement après, on saupoudre la surface avec du platinocyanure de baryum finement pulvérisé et placé dans un tamis à mailles étroites; on fait en sorte de couvrir aussi uniformément que possible tout le carton. On laisse sécher, puis on passe un blaireau doux dans différents sens, pour égaliser la surface.

Il suffit maintenant de tendre et de fixer le carton ainsi apprêté, sur un cadre en bois, pour éviter sa détérioration pendant les manipulations.

Comme l'écran est fréquemment appliqué sur des parties du corps mises à nu, il est bon, pour éviter la transmission des maladies de peau par cet intermédiaire, de recouvrir sa face non active, non pas avec du papier noir comme on le fait d'habitude, mais avec une feuille mince d'aluminium ou de celluloïd, afin d'en permettre le lavage.

Au lieu de l'*écran rigide*, plan, constitué comme nous venons de l'indiquer, on peut utiliser des *écrans souples* susceptibles de se modeler plus ou moins facilement sur le corps, de façon à pouvoir épouser certaines surfaces convexes. L'inconvénient de ces écrans est que la substance active finit par se décoller et s'effriter peu à peu. Aussi le mieux est d'adopter un moyen mixte et de placer l'écran dans un cadre tendeur dont on peut le sortir au moment du besoin.

Lorsque les écrans au platinocyanure de baryum sont soumis pendant un temps prolongé à l'action des rayons de Roentgen, ils subissent une modification chimique se traduisant par un brunissement de leur surface et une diminution de leur pouvoir fluorescent. Cette altération persiste indéfiniment à l'obscurité, mais elle disparaît, par une exposition suffisamment prolongée à la lumière du jour qui régénère complètement le platinocyanure. La conséquence pratique qui découle de ces constatations faites par Villard, est que l'écran, lorsqu'il n'est pas utilisé pour un examen radioscopique, ne doit pas être enfermé dans le cabinet noir, une armoire ou un étui opaque, mais au contraire avoir sa face sensible bien exposée en pleine lumière.

Écrans phosphorescents. — Les écrans fluorescents ne restent lumineux qu'un temps très court après l'extinction de l'ampoule ; ce temps est de 1/500e de seconde environ pour les écrans au platinocyanure de baryum.

Au contraire les écrans phosphorescents, tels que ceux au sulfure de zinc de Henry, peuvent rester lumineux pendant plusieurs heures, après leur exposition aux rayons de Roentgen. On a ainsi le temps d'examiner à loisir, dans l'obscurité, l'image produite, et l'on a proposé d'utiliser ce moyen dans certains cas, pour économiser les plaques radiographiques.

Les *rétines chimiques* sont représentées par les plaques photographiques au gélatino-bromure d'argent. On peut se servir pour la radiographie des plaques photographiques ordinaires, ou bien employer des plaques spéciales dites radiographiques. Dans ces dernières la sensibilité est peut-être un peu augmentée, grâce à l'adjonction à la pâte de gélatino-bromure de substances sensibles aux rayons de Roentgen.

Nous devons dire qu'après avoir utilisé pendant longtemps les plaques spéciales pour rayons X de Jougla, et autres marques similaires, nous avons ultérieurement employé exclusivement les plaques Lumière photographiques, à étiquette bleu. La dépense est moindre, et les résultats obtenus sont sensiblement égaux, à condition d'augmenter peut-être un peu le temps de pose.

Pour renforcer l'action des rayons de Roentgen, au lieu de se servir de plaques spéciales, certains opérateurs ont eu recours à l'emploi des *écrans dits renforçateurs* que l'on place en contact avec la plaque, du côté gélatine ou du côté verre, pendant qu'elle est exposée à l'influence du tube de Crookes.

Ces écrans, dont nous ne nous sommes jamais servis, ont pour but de réduire la durée du temps de pose, tout en obtenant des clichés présentant l'intensité voulue. Diverses substances fluorescentes ou phosphorescentes ont été utilisées dans ce but. Londe qui a fait des recherches spéciales sur ce sujet, conclut que les écrans aux sulfures fluorescents, au sulfure violet de Becquerel, par exemple, ont seuls une action renforçatrice indiscutable, mais qu'ils ont l'inconvénient de donner un trouble particulier de l'image qui lui enlève toute netteté et toute finesse.

On a cherché par d'autres moyens à augmenter la sensibilité des plaques photographiques. On a préconisé les plaques présentant une couche de gélatino-bromure sur chaque face ; on complique ainsi les manœuvres du développement et l'on risque d'avoir une image peu nette, si les deux couches de gélatine n'ont pas été impressionnées au même degré.

D'autres ont conseillé des plaques spéciales sur lesquelles la couche de gélatine uni-latérale serait beaucoup plus épaisse que d'ordinaire.

On a reproché, avec juste raison, aux plaques de verre d'être fragiles, lourdes et encombrantes dans les collections, surtout lorsqu'il s'agit de vitres de grand format. Pour éviter ces inconvénients, on a conseillé l'emploi des pellicules de celluloïd, ou des papiers au gélatino-bromure.

Les pellicules coûtent cher et sont difficiles à manipuler, quand leurs dimensions sont un peu grandes ; après les avoir essayées, nous y avons renoncé.

Le papier Eastmann présente des avantages pour les épreuves ne dépassant pas le format 24×30 au maximum. On obtient ainsi des négatifs peu coûteux, peu encombrants et faciles à classer et à transporter ; toutefois ils ne présentent pas les mêmes détails et la même finesse que les négatifs sur verre ; en outre il est difficile avec ces papiers de tirer des positifs ou bien ces positifs ne sont qu'assez médiocres.

Nous avons dans certaines circonstances utilisé ces papiers de la façon suivante : nous superposions un papier Eastmann à la plaque sensible et impressionnions en même temps les deux surfaces gélatinées. Nous pouvions ainsi délivrer plus rapidement une épreuve qu'en ayant recours au tirage d'un positif.

Ces papiers dont la durée de conservation est moindre que celle des plaques de verre, nous semblent ne devoir être employés que dans certaines circonstances spéciales où le transport des plaques présenterait quelques difficultés.

CHAPITRE VI

MATÉRIEL ACCESSOIRE

Les appareils accessoires sont destinés à permettre d'apprécier ou de mesurer la puissance des radiations de Roentgen qui sont invisibles pour nos sens.

Divers procédés et appareils d'exploration et de mensuration ont été proposés par Buguet, Brandt et autres ; ils portent les noms de X-omètre, X-posomètre, etc... Loin de songer à en faire une description complète, nous nous contenterons d'indiquer ceux qui nous semblent se recommander plus particulièrement par leur simplicité ou leur précision.

a. *Procédé de l'écran fluorescent.* — Avant de disposer la plaque sensible sous la partie à radiographier, on peut contrôler l'intensité et le degré de pénétrabilité des rayons fournis par le tube employé, en utilisant tout simplement l'écran fluorescent qui se trouve dans toutes les installations. Si l'on peut faire l'obscurité dans le local où l'on opère, il suffit de prendre directement l'écran à la main ou de le laisser sur son support ; si la pièce est éclairée, l'observateur constitue une petite chambre noire en jetant sur sa tête et sur l'écran un voile photographique, ou mieux il place l'écran à la base d'une boîte en forme de pyramide quadrangulaire tronquée constituant une petite chambre noire dite *lorgnette humaine* ou fluoroscope, dont on adapte exactement les deux œilletons contre le rebord des cavités orbitaires.

Le tube de Crookes est disposé de telle façon que le cône des rayons émis ait son axe horizontal et perpendiculaire au plan de l'écran tenu verticalement et à une distance égale à celle qui sera employée pour l'opération radiographique subséquente. Dès que l'écran est illuminé, on interpose la main entre lui et le tube, comme l'on fait dans les opérations radioscopiques et l'on juge de l'aspect sous lequel se montre le squelette. On constate que les rayons émis ont la puissance requise pour la plupart des opérations radiographiques, quand les os se montrent sous la forme d'une ombre grise tranchant nettement sur l'ombre claire des parties molles.

Cette méthode se recommande par sa simplicité, mais elle ne constitue qu'un procédé empirique dont la valeur dépend de l'expérience de l'observateur. Sa fonction peut être comparée à celle de l'emploi de la main pour l'appréciation des températures.

b. *Procédé du radiochromomètre.* — Le radiochromomètre imaginé et décrit par Benoist[1] et construit par Chabaud permet de classer les différentes sortes de rayons de Roentgen, suivant leur degré de pénétrabilité et de leur appliquer « une désignation numérique précise, toujours identique à elle-même et indépendante de toute appréciation personnelle et arbitraire ».

L'instrument joue un rôle analogue à celui du thermomètre dans la mesure des températures. L'auteur a « utilisé les variations inégales de transparence de deux corps différents lorsque la qualité des rayons X change, pour définir une série de qualités de rayons par une série de transparences relatives de l'un de ces corps par rapport à l'autre, c'est-à-dire de l'aluminium par rapport à l'argent ». L'argent présente des variations de transparences relativement faibles, tandis qu'elles sont très grandes au contraire pour l'aluminium.

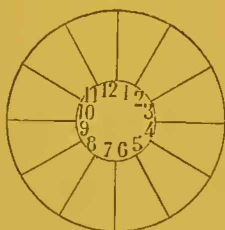


Fig. 105.

« Le radiochromomètre est formé d'un disque d'aluminium divisé en douze secteurs dont les épaisseurs vont en croissant de 1 à 12 millimètres. Le centre de ces secteurs évidé est occupé par un disque d'argent de $0^{mm},11$ d'épaisseur ».

On dispose l'appareil (fig. 105) soit sur l'un des coins de la plaque radiographique, soit contre l'écran fluorescent pendant les opérations de radioscopie, et l'on cherche immédiatement sur l'écran, ou après développement sur la plaque, quel est le secteur d'aluminium qui présente la même intensité de teinte que le disque central d'argent et le numéro d'épaisseur de ce secteur constitue le *degré radiochromométrique* des rayons utilisés. On dira par exemple que telle qualité de rayons employés pour radiographier un bassin de 20 centimètres d'épaisseur, marque 10° au radiochromomètre, ou qu'ils sont du degré 10.

La *lunette radiochromométrique* permet d'observer directement les tubes de Crookes en fonctionnement et de les régler de façon à leur faire produire les rayons de qualité voulue, pour la radiographie ou la radioscopie à exécuter.

Elle se compose d'un corps de lunette en cuivre épais dont une extrémité porte une bonnette s'appliquant exactement contre l'œil ; à l'autre extrémité est fixé un écran fluorescent, à la face antérieure duquel s'applique le radiochromomètre. Un disque de plomb échancré, placé comme un bouchon d'objectif, démasque successivement les différents secteurs quand on le fait tourner et permet de faciliter la comparaison de teinte du secteur d'aluminium observé avec celle du disque central d'argent.

L'expérience ayant montré que des rayons du degré 2 à 3 donnent dans des radiograghies de main le détail des vaisseaux sanguins au milieu des chairs ; que des rayons de degré 5 ou 6 sont nécessaires pour obtenir nettement le squelette de la main, etc..., on n'aura qu'à régler l'ampoule en con-

[1] *Archives d'électricité médicale.* 15 mars 1902, p. 129.

séquence, suivant l'épaisseur et l'opacité des tissus de la région que l'on se propose d'examiner.

c. *Milliampèremètre spécial de Gaiffe.* — La maison Gaiffe vient de construire un milliampèremètre très sensible, réalisant les conditions nécessaires pour être branché sur le circuit du tube. La lecture de cet appareil permet instantanément de se rendre compte des variations les plus faibles d'intensité qui ont tendance à se produire dans le tube et de le maintenir à un point rigoureusement fixe pendant toute la durée des opérations.

En joignant aux indications du milliampèremètre, celles d'un voltmètre mesurant les volts aux bornes du primaire du transformateur, on sera en état de faire fournir à un tube à volonté la même quantité et la même qualité de rayons X.

L'intensité étant une mesure qui n'emprunte rien de particulier au tube lui-même ni à l'installation, de même que le degré du radiochromomètre, ces deux données pourront servir à fixer un état de tube et seront suffisantes pour qu'il soit possible de répéter exactement une expérience, avec des installations différentes.

LIVRE II

PARTIE TECHNIQUE

PREMIÈRE SECTION

NOTIONS D'ENSEMBLE SUR L'INSTRUMENTATION

CHAPITRE PREMIER

ASSEMBLAGE DES APPAREILS. LEUR FONCTIONNEMENT

Nous connaissons les différents appareils qui peuvent être utilisés pour la production des rayons de Rœntgen. Il s'agit maintenant de faire un choix parmi eux, suivant les circonstances, et d'apprendre à les disposer pour les besoins de la radioscopie, de la radiographie et de la radiothérapie, qui sont les trois modes d'application des rayons X à la médecine et à la chirurgie.

§ 1. — Appareils transportables pour rayons de Rœntgen

Le maximum de simplicité et le minimum de poids et d'encombrement sont les principales conditions requises dans la circonstance. Il faut en outre que les appareils soient suffisamment maniables et résistants, pour être transportés à bras, en voiture ou en chemin de fer, suivant que l'on doit les employer pour un malade qui ne peut quitter son lit, et se trouve dans une salle d'hôpital, en ville, ou plus ou moins loin à l'extérieur.

Nous indiquerons les principaux types utilisables, en nous bornant à des données plus ou moins générales, sans vouloir décrire en détail les modèles préconisés particulièrement par tel ou tel fabricant.

a. *Machines statiques.* — La petite machine statique décrite par Béclère[1] et construite par Drault constitue « un appareil radiogène très simple, de poids et de volume assez faibles pour être facilement transportable au domicile des malades, n'exigeant pour être mis en marche que la main d'un aide capable de tourner une manivelle et toutefois assez puissant pour permettre l'examen radioscopique d'un thorax d'adulte, même d'assez forte corpulence. »

[1] *Archives d'électricité médicale*, 15 juillet 1900, p. 307.

Avec cette petite machine, on pourrait également, au dire de Béclère, obtenir d'excellentes radiographies de toutes les parties du corps, assertion qui nous semble un peu exagérée pour les régions présentant une certaine épaisseur et constituées par des tissus relativement opaques.

b. *Transformateurs.* — Pour alimenter les transformateurs, la meilleure source d'électricité sera constituée par des accumulateurs fermés, ayant une capacité de 60 ampères-heure environ. Les éléments, à bacs en celluloïd ou en ébonite (type Dinin ou Jullien par exemple), seront groupés par trois, quatre ou cinq, dans des boîtes en bois fermées par un couvercle à charnière et munies de poignées à leurs extrémités. Huit à douze éléments répartis dans deux ou trois boîtes, seront suffisants.

Une bobine de Ruhmkorff donnant 15 à 20 centimètres d'étincelle, munie de son condensateur, et présentant fixés sur son socle un interrupteur méca-

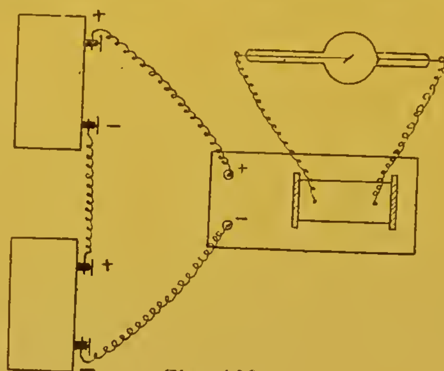


Fig. 106.

nique à platine, genre Desprez de préférence, un interrupteur à main, un rhéostat et au besoin un ampèremètre, trouvera place dans une boîte de dimensions convenables, avec couvercle mobile et poignée de transport.

Dans une autre boîte compartimentée de façon appropriée, on placera les fils de connexion, le support d'ampoule, deux ampoules (en cas de mise hors de service accidentelle de l'une d'elles), un écran fluorescent à bonnette, un châssis radiographique avec cadres intermédiaires et quelques plaques sensibles, de format correspondant à la région à radiographier, et préalablement enveloppées de papier noir. Les plaques seront développées à la rentrée au laboratoire.

Les dimensions d'encombrement de ces quatre ou cinq colis ne seront pas très considérables et le poids de l'ensemble oscillera autour de 80 kilogrammes environ.

La disposition et les connexions des différents appareils seront établies d'après le schéma (fig. 106).

Les connexions entre les pièces placées sur le socle de la bobine (interrupteurs, rhéostat, condensateur, etc.), étant fixes, l'opérateur n'aura pas à s'en occuper. Il lui suffira de placer ses deux batteries par terre, bout à bout, de relier avec un fil conducteur la borne négative de l'une avec la borne positive voisine de l'autre batterie, puis de fixer sur chaque borne positive

et négative extrême, un fil plus long qui viendra par son autre bout se serrer aux bornes de signes correspondants de la bobine. Cette dernière sera placée sur une table, pour faciliter les manipulations. Les fils souples qui partent des excitateurs viendront s'accrocher sur les électrodes de l'ampoule fixée sur son support, en position appropriée à l'examen que l'on veut faire.

Ces branchements s'exécuteront facilement; les bornes positives des batteries d'accumulateurs sont généralement peintes en rouge, ou marquées du signe +; le signe des bornes de la bobine est également indiqué; il n'y aura qu'à se rendre compte d'avance, et une fois pour toutes, du sens dans lequel il faut tourner l'interrupteur à main, s'il s'agit d'un interrupteur inverseur, pour que la bobine fournisse le meilleur rendement et l'on marque d'une façon fixe la polarité correspondante des excitateurs, ce qui permet, sans hésitation, d'intercaler l'ampoule dans le secondaire, en position convenable.

§ 2. — Installation fixe a rayons de Roentgen

C'est l'installation que l'on rencontre dans les laboratoires des hôpitaux et dans certains cabinets de médecins. Sa description doit nous arrêter un peu plus longtemps.

La nature de la source d'électricité employée joue le principal rôle et influe sur le choix et la disposition des appareils. Ne pouvant examiner par le détail toutes les combinaisons possibles, nous nous bornerons à deux types d'installation : l'une marchant avec des accumulateurs, l'autre utilisant directement le courant d'un secteur.

a. *Installation fixe avec accumulateurs.* — Si l'on emploie des accumulateurs transportables, on les enverra en ville pour les faire charger; mais le mieux est d'utiliser des batteries fixes comprenant un nombre approprié d'éléments que l'on charge sur place au moyen d'une dynamo particulière, ou avec le courant du secteur, de la façon que nous avons indiquée.

Supposons que l'on utilise une bobine de 40 à 50 centimètres d'étincelle, pourvue d'un interrupteur mécanique à mercure et nécessitant, d'après la résistance de son enroulement primaire, l'emploi d'une force électromotrice de 30 volts.

Nos 15 accumulateurs sont réunis en tension, au moyen de connexions aussi parfaites que possible et de nature variable, suivant la marque des éléments. Sur la plaque terminale de l'élément de droite et sur la plaque terminale de l'élément de gauche qui ont toutes deux une polarité opposée, se fixent deux fils de diamètre approprié à l'intensité du courant que l'on veut utiliser. L'un de ces fils, le négatif de préférence, se rend directement au pôle négatif de la bobine, tandis que sur le trajet du pôle positif sont intercalés les différents appareils suivants : interrupteur bipolaire commutateur (dans le cas où l'on charge sur place les accumulateurs), interrupteur méca-

nique à mercure, interrupteur inverseur à main, plomb fusible ou coupe-circuit de sûreté (le mieux est d'en placer également un sur le trajet du fil négatif), ampèremètre, rhéostat métallique. La plupart de ces appareils sont fixés sur le tableau de distribution en marbre, en ardoise, ou en bois isolé du mur, et les deux fils du circuit, dans leur trajet entre la batterie et la bobine, sont eux-mêmes fixés au mur, sous bois rainé ou mieux sur des isolants en porcelaine.

Le voltmètre se place en dérivation sur les deux fils du circuit auxquels ses deux bornes sont reliées par des fils fins. Un petit interrupteur en bouton de sonnerie, ou d'un autre genre, permet de le mettre temporairement et instantanément en circuit, lorsqu'on veut contrôler le voltage de la batterie.

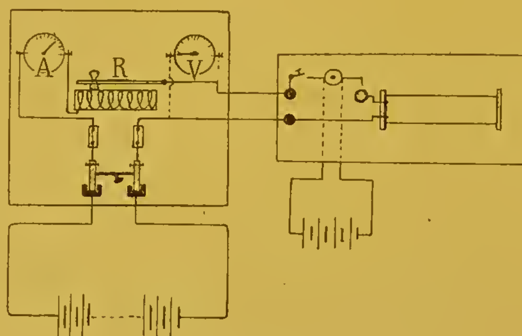


Fig. 107.

Pour actionner l'interrupteur mécanique à mercure, qu'il soit à électro-aimant ou à moteur, il faut disposer d'une petite batterie indépendante, constituée par trois ou quatre accumulateurs; dans le circuit allant des éléments à l'interrupteur se trouvent intercalés un plomb fusible et, en cas d'emploi d'un moteur, un rhéostat métallique à curseur permettant de régler la fréquence des interruptions (fig. 107).

Pour assurer l'alimentation d'un interrupteur à électro-aimant, le modèle de Rochefort par exemple, dont la consommation d'énergie électrique est très faible, on peut, comme source d'alimentation, employer trois éléments de pile Leclanché de grande capacité. La pile fonctionne pendant un temps très long, sans avoir besoin d'être manipulée ou rechargée.

La batterie annexe de piles ou d'accumulateurs n'est pas absolument indispensable; on peut au besoin brancher directement le circuit de l'interrupteur sur trois ou quatre éléments de la grande batterie d'accumulateurs, ou encore le brancher en dérivation sur le circuit primaire de la bobine, en prenant des fils appropriés, suivant la loi de Kirchhoff.

b. *Installation fixe avec courant fourni par une dynamo spéciale ou par le secteur.* — Nous supposerons tout d'abord que le courant utilisé est continu, ou a préalablement été transformé en courant continu, faute de quoi on serait obligé de recourir aux appareils spéciaux que nous avons décrits, et qui peuvent être alimentés directement par le courant alternatif.

Avec les interrupteurs à platine et à mercure, on ne peut utiliser, sans réduction, les 110 volts du secteur à courant continu. Deux solutions permettent d'arriver au but : transformer le courant, en alimentant avec le circuit de lumière un électromoteur de 110 volts et en faisant actionner par celui-ci une dynamo dont l'enroulement est disposé pour fournir 20 ou 30 volts, selon la bobine employée, laquelle sera branchée directement sur ce dernier courant; ou bien, comme les machines coûtent cher et que leur entretien nécessite certains soins, diminuer la tension du courant, et employant une résistance placée en dérivation.

Cette dernière solution est préférable; toutefois il faut bien savoir qu'en l'adoptant, on consomme en pure perte une grande quantité d'énergie électrique qui se transforme en chaleur dans le rhéostat.

Pour réaliser le dernier dispositif (fig. 108), on intercale une résistance R sur le branchement provenant du secteur, et une seconde résistance R′ sur le branchement dérivé, de façon à faire varier à volonté le voltage obtenu par la dérivation. Le courant du secteur arrive par les bornes S et S′ et passe par la résistance R qui est forte. Dans le circuit dérivé ou intercale une seconde résistance plus faible R′.

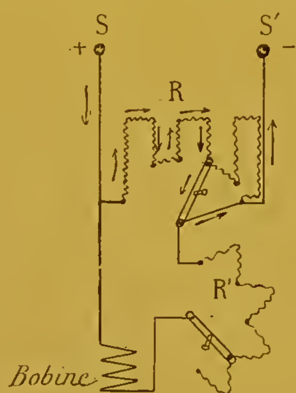


Fig. 108.

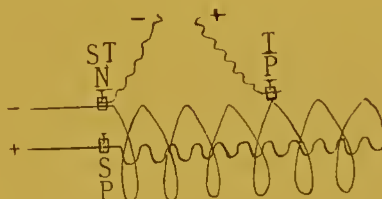


Fig. 109.

Pour plus de simplicité on peut n'intercaler qu'une seule résistance construite de façon spéciale, telle que le *réducteur de potentiel* de Radiguet qui permet l'emploi de tous les courants continus de 100 à 120 volts, pour actionner directement les bobines d'induction.

Il est placé en dérivation sur la ligne d'éclairage (fig. 109) au moyen de trois bornes et la simple manœuvre d'un curseur à manette isolée permet, même en marche, de réduire ou d'augmenter suivant les besoins, le débit du courant.

Avec cet appareil, comme avec le précédent, on évite l'étincelle d'extra-courant du secteur, qui se produirait avec les rhéostats ordinaires et gênerait le fonctionnement de l'interrupteur.

Le principe de ce dernier réducteur de potentiel est le suivant : sur deux cadres prismatiques inclus l'un dans l'autre et isolés entre eux, se trouve enroulé un fil de ferro-nickel ou de maillechort se continuant d'un cadre sur l'autre. Le pôle positif du courant du secteur qui a traversé les appareils de sécurité, de commande et de mesure est relié au réducteur par la borne

$\frac{S}{P}$; le courant retourne au secteur par la borne $\frac{ST}{N}$. On alimente le transformateur au moyen d'un dérivation prise entre les bornes $\frac{ST}{N}$ et $\frac{T}{P}$. La borne $\frac{T}{P}$ est constituée par un curseur mobile le long de la spire extérieure; en le déplacant vers la droite ou vers la gauche on fait varier la résistance que doit traverser le courant avant de se rendre à la bobine et l'on amène par suite sa tension et son intensité aux degrés voulus.

Une autre dérivation faite avec des fils de calibre approprié, sert à l'alimentation du moteur de l'interrupteur; un rhéostat métallique ordinaire est intercalé dans son circuit pour régler la fréquence des interruptions.

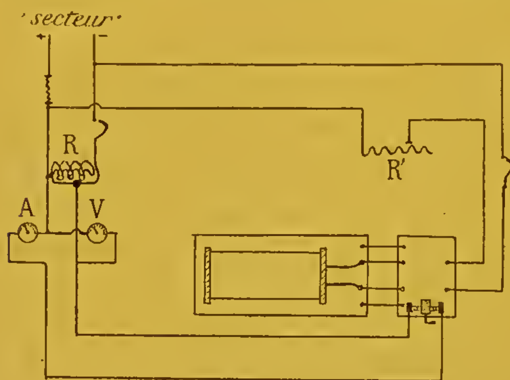


Fig. 110.

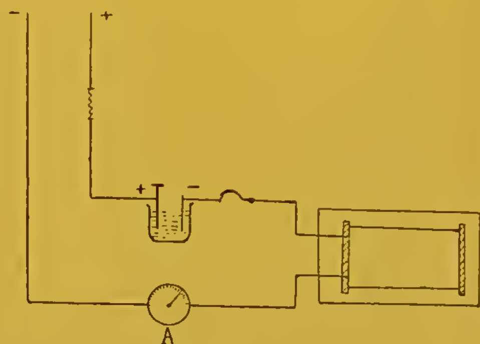


Fig. 111.

Le schéma de l'installation est le suivant (fig. 110).

L'emploi de l'interrupteur électrolytique de Wehnelt a l'avantage de simplifier le dispositif précédent, car en réglant convenablement la saillie de la tige de platine dans l'eau acidulée, on peut se passer de tout rhéostat (fig. 111).

L'interrupteur de Wehnelt permet d'utiliser indifféremment les courants continus ou les courants alternatifs directement pour l'alimentation du primaire de la bobine.

Si l'on se propose, au contraire, d'employer les courants alternatifs, sans le Wehnelt, il faudra recourir à un interrupteur spécial, tel que celui de Chabaud avec transformateur à décalage; la figure 66 représente schématiquement la disposition des appareils dans ce cas particulier.

§ 3. — Appareils a employer dans les armées en campagne

Dans une étude sur l'emploi des radiations de Roentgen en chirurgie d'armée[1] nous disions que, de l'avis de la plupart des chirurgiens anglais et allemands, l'emploi immédiat des radiations de Roentgen sur le champ de bataille était inutile ; c'est-à-dire qu'il n'y avait pas lieu de doter de ce maté-

[1] *Archives de médecine militaire*, 1899, t. 33, p. 435.

riel spécial les postes de secours et les ambulances, où les chirurgiens devront se contenter généralement de panser et d'immobiliser les blessés, pour permettre de les évacuer le plus rapidement possible.

Dans une guerre en rase campagne, on pourrait faire entrer ces appareils dans la constitution de l'approvisionnement des hôpitaux d'évacuation et des stations-magasins, d'où on les enverrait, au moment du besoin, dans les hôpitaux de campagne temporairement immobilisés pour soigner de grands blessés, dans les hôpitaux temporaires et dans les hôpitaux permanents établis dans la zone de l'arrière.

Les hôpitaux sédentaires du pays, soit civils, soit militaires, situés dans les places fortifiées ou non, en seraient pourvus dès le temps de paix.

Toutefois une réserve d'appareils devrait exister dans chaque place forte importante, pour que l'on puisse les placer dans les hôpitaux temporaires qui seraient appelés à fonctionner pour le traitement des blessés.

Dans les guerres coloniales ou continentales, avec base d'évacuation maritime, il y aurait lieu d'en installer sur les bateaux à bord desquels on traiterait les blessés.

Dans les guerres coloniales, sans base d'évacuation, il faudrait naturellement que les appareils de Roentgen fissent partie du matériel des hôpitaux-ambulances.

Ces vues que nous émettions ont été démontrées justes par l'expérience de la guerre hispano-américaine [1].

Dans le choix du type des appareils à placer, dès le temps de paix, dans les places fortes, ou les hôpitaux des villes ouvertes de l'intérieur, on n'a qu'à se laisser guider par les considérations de prix, de valeur de fonctionnement, de facilité de manipulation, etc., sans s'inquiéter s'ils sont plus ou moins lourds et plus ou moins facilement transportables.

Au contraire, pour les appareils mis en réserve dans les stations-magasins et les hôpitaux d'évacuation, ces dernières considérations doivent avoir une valeur prépondérante.

Faut-il donner la préférence aux machines statiques ? C'est l'avis de certains médecins militaires anglais et américains ; on supprime ainsi piles, accumulateurs, dynamos, bobines, etc. Sans parler des constructeurs qui vantent naturellement leurs machines, beaucoup de professionnels radiographes pensent de même.

La petite machine de Drault, décrite par Béclère, satisferait peut-être aux conditions voulues, si on lui donnait un peu plus de puissance.

Si l'on adopte les transformateurs, il faut s'inquiéter de la source électrique avec laquelle on alimentera l'appareil. L'emploi des piles a été condamné par Küttner et par Abbott, à la suite de l'expérience qu'ils ont eue de ces appareils dans la guerre turquo-grecque : elles nécessitent une surveillance continuelle, des manipulations compliquées, s'épuisent rapidement et

[1] Loison. De l'emploi des rayons de Roentgen pendant la guerre hispano-américaine. *Arch. de méd. militaire*, 1901, t. 37, p. 139.

fournissent un courant inconstant. Il y aurait peut-être une restriction à faire pour les éléments Lalande-Edison dont nos collègues américains ont tiré grand profit pendant la guerre hispano-américaine.

La préférence presque générale est pour les accumulateurs fermés, à éléments séparés, pour faciliter le transport et les manipulations. Les accumulateurs fermés, avec bacs en celluloïd ou en ébonite, répartis en nombre variable dans des caisses en bois, réaliseraient les conditions de solidité, de puissance et de légèreté relative désirables.

Ces accumulateurs transportables qui, des hôpitaux d'évacution ou des stations-magasins seront expédiés aux formations sédentaires qui en feront la demande, devront être relativement peu lourds et peu encombrants et par suite n'auront qu'une faible capacité en ampères-heure ; il faudra par conséquent les recharger de temps en temps.

Or, dans la plupart des localités où viendront, en temps de guerre, s'installer nos hôpitaux de campagne temporairement immobilisés, où nos hôpitaux temporaires, et même dans les villes où seront certains de nos hôpitaux permanents, il n'y aura pas d'usine centrale ou particulière d'électricité. Nous voilà par conséquent obligés d'annexer une dynamo aux accumulateurs.

Dans ces cas il serait peut-être plus simple de supprimer les accumulateurs et, comme les Anglais l'ont fait au Soudan, d'avoir une petite dynamo que l'on actionnerait à bras, ou au moyen d'une bicyclette, ou mieux avec un petit moteur à pétrole de faible poids, ou bien encore, si l'on employait les tricycles à pétrole ou les voitures automobiles pour le service d'estafette ou les transports de matériel, on utiliserait ces machines au moment voulu, pour mouvoir la dynamo. On alimenterait directement le transformateur avec la dynamo, ou bien l'on placerait une petite batterie d'accumulateurs en dérivation sur le circuit, pour faire volant et donner plus de constance au courant, et régulariser l'alimentation du tube de Crookes.

Ce mode de faire aurait l'inconvénient de nécessiter la mise en marche de la dynamo chaque fois que l'on voudrait procéder à un examen radioscopique ou radiographique, mais on supprimerait ainsi les inconvénients provenant de l'emploi des accumulateurs.

Nous avons vu fonctionner quelques types de *groupe électrogène*, comprenant moteur à pétrole et dynamo réunis dans une caisse unique, qui pourraient rendre des services en campagne.

CHAPITRE II

INDICATIONS SOMMAIRES SUR L'ENTRETIEN ET LA MISE EN MARCHE DES APPAREILS

§ 1. — Entretien des appareils

Nous allons nous borner à rappeler quelques notions générales d'ensemble sur lesquelles l'attention devra se porter, au moment où l'on voudra mettre en marche les appareils.

Il faudra commencer par vérifier le voltage des accumulateurs, s'assurer du serrage des bornes presse-fils, voir si les contacts des interrupteurs n'ont pas besoin d'être décapés, contrôler le contenu du godet à mercure de l'interrupteur automatique, ou la tige de platine du Wehnelt, essuyer la poussière qui recouvre la bobine et frotter sa surface avec un linge chaud, par les temps humides, pour empêcher les étincelles de dérivation. Si l'on possède plusieurs tubes de résistance variable et connue d'avance, ce qui est avantageux, on choisira, dans l'armoire ou la caisse où ils sont renfermés, celui dont le degré de vide correspond le mieux à l'opération projetée ; on essuiera avec un linge fin la poussière qui pourrait recouvrir sa surface et servirait de conducteur à l'électricité à son extérieur ; de temps en temps il faudra également décaper la paroi du tube à l'eau tiède et au savon, pour enlever les corps gras provenant des mains, ou les particules de charbon laissées par le chauffage de sa surface à l'alcool ou au gaz, mais dans ce dernier cas il faudra prendre soin de bien sécher l'ampoule avant de s'en servir.

§ 2. — Mise en marche des appareils

Les manœuvres à exécuter variant suivant la structure de chaque catégorie d'appareils, nous renvoyons le lecteur aux notices spéciales fournies par les fabricants, dans lesquelles se trouvent indiquées les particularités qu'il est utile de connaître.

Nous nous contenterons par conséquent d'énoncer quelques conseils généraux applicables à la plupart des types d'installation.

L'opérateur fermera le circuit de l'interrupteur mécanique en manœuvrant l'interrupteur à main intercalé sur son trajet s'il s'agit d'un interrup-

teur à alimentation particulière, comme c'est le cas avec les interrupteurs à mercure ; il sera bon dans certains cas de favoriser la mise en marche en communiquant avec le doigt une impulsion initiale à la roue motrice ou à la lame vibrante de l'appareil. On réglera la fréquence des interruptions en manœuvrant le curseur du rhéostat, ou en déplaçant la masse mobile suivant qu'il s'agit d'un interrupteur à moteur ou à lame vibrante. Les interrupteurs à platine ou cuivre-cuivre de Radiguet ne fonctionnent que lorsqu'on ferme le courant qui alimente le secondaire de la bobine ; on règle leur fréquence au moyen de vis spéciales, ou par l'addition ou la soustraction de masses métalliques placées sur la tige oscillante. Il faut également leur communiquer un mouvement initial, au moment de la mise en marche ; si les platines venaient à se coller pendant le passage du courant, il faudrait immédiatement les séparer, en tirant avec le doigt d'un mouvement rapide sur la lame vibrante.

Avec l'emploi du courant alternatif on ne pourra pas faire varier la fréquence des interruptions qui concordera rigoureusement avec le nombre des périodes du secteur, mais il faudra s'occuper de régler l'interrupteur, pour l'accorder exactement à la fréquence de l'alternatif. Avec l'appareil de Chabaud on reconnaît que ce résultat est atteint lorsque le diapason vibre avec facilité dès que le courant moteur passe.

La marche normale de l'interrupteur étant obtenue, on pousse alors les manettes du commutateur sur les plots de décharge des accumulateurs, si ce n'est déjà fait, puis on ferme le circuit primaire au moyen de l'interrupteur à main intercalé sur son trajet, et l'on contrôle l'intensité du courant qui le traverse, en consultant l'ampèremètre. Si l'ampoule ne s'éclaire pas suffisamment, on augmente l'intensité du courant primaire et par suite la tension du secondaire en agissant sur le rhéostat intercalé dans le circuit ; on complète le réglage en remontant le godet de mercure, de façon à allonger le temps de plongée de la tige oscillante de l'interrupteur mécanique, ou bien en rapprochant les deux contacts de cuivre ou de platine, suivant le genre de l'appareil employé.

Avec les interrupteurs à rendement fixe, on ne peut faire varier l'intensité qu'en agissant sur le rhéostat, exception faite pour l'appareil rotatif à segments de Contremoulins-Gaiffe qui permet d'établir le contact des balais de charbon sur une hauteur variable des anneaux de cuivre.

Après ces opérations, l'œil nous montre que le tube s'éclaire bien et que sa marche est régulière ; mais cela n'est pas suffisant ; il nous faut connaître la qualité des rayons qu'il émet. Pour ce faire, nous pourrons avoir recours à un moyen de contrôle indirect, par exemple la mensuration de l'étincelle équivalente ; ou mieux encore nous apprécierons directement le degré de pénétration des rayons de Roentgen, en interposant la main entre le tube et l'écran fluorescent, ou en employant la lunette radiochronométrique.

Si l'on constate que les rayons ne présentent pas les qualités requises, on traite le tube de la façon voulue, pour augmenter ou diminuer, suivant le cas, son vide intérieur.

DEUXIÈME SECTION

TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE

CHAPITRE PREMIER

RADIOGRAPHIE EN GÉNÉRAL

Avant d'indiquer la manière de procéder aux opérations radiographiques d'usage courant, nous devons tout d'abord décrire une série d'organes accessoires qui sont destinés à recevoir les plaques à impressionner, à soutenir et disposer l'ampoule en position convenable, et à placer le sujet ou la partie du sujet à examiner.

§ 1. — Préparation et disposition de la plaque sensible

Les boîtes de plaques sensibles doivent être conservées dans une caisse en bois doublée de plomb de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, pour éviter qu'elles soient voilées par les rayons de Roentgen qui se répandent de tous les côtés pendant le fonctionnement de l'ampoule et peuvent facilement traverser une mince cloison qui séparerait la chambre des appareils du cabinet noir photographique. Il faut avoir soin de ne laisser aucune boîte de plaques dans le voisinage du tube de Crookes en activité.

Pour pouvoir procéder aux opérations radiographiques en plein jour, il est nécessaire de préparer la plaque sensible dans le cabinet noir, en l'enveloppant dans une ou deux feuilles superposées de papier noir, dit aiguille, ou bien en la refermant dans un châssis spécial dont l'une des faces est constituée par une paroi imperméable à la lumière ordinaire, mais se laissant facilement traverser par les radiations de Roentgen.

Le papier noir doit être de bonne qualité, sans trous et sans corps étrangers ; on vérifie son état en le regardant par transparence devant une source de lumière ; il doit présenter une opacité complète et égale partout. On a, préparées d'avance, une série d'enveloppes pour les plaques de divers formats ; on enroule la plaque dans l'enveloppe, puis on en rabat les deux extrémités en les repliant du côté verre, de façon à ce que la gélatine soit en dessus. De temps en temps il faut renouveler les enveloppes dont les coins finissent par être percés par les angles des plaques de verre.

L'enveloppement dans du papier peut être utilisé pour la radiographie de parties du corps peu lourdes et pour les plaques de dimensions restreintes. Mais lorsqu'il s'agit de faire reposer sur des plaques un peu grandes, qui ne sont pas toujours parfaitement planes, des régions d'un certain poids, telles que le tronc, la racine des membres ou la tête, le mieux est d'enfermer la plaque sensible dans un châssis rigide qui prévient sa brisure.

Avant de charger la plaque, il est bon d'épousseter la surface sensible avec un blaireau bien doux et bien propre, pour éviter la présence des grains de poussière qui peuvent s'y être attachés et qui provoqueraient sur le cliché l'apparition de taches transparentes.

On doit aussi veiller à ce que la plaque soit placée dans l'enveloppe ou le châssis, la couche sensible en dessus ; on peut reconnaître le côté de la plaque qui a reçu la préparation en l'examinant à la lumière du laboratoire ; à la réflexion de la lumière la face sensible est terne, tandis que l'autre est brillante et souillée de taches de gélatine irrégulièrement disposées.

Généralement nous employons le châssis pour les plaques format 18 — 24 et au-dessus, réservant l'enveloppement dans le papier pour les dimensions moindres.

Il est bon d'avoir deux châssis : l'un maniable pour les formats jusqu'à 24 + 30, et un grand réservé aux dimensions 30 + 40 et 40 + 50. Des cadres intermédiaires mobiles permettent avec ces châssis d'utiliser tous les formats inférieurs au besoin.

Les châssis livrés par les divers constructeurs diffèrent tant soit peu les uns des autres. Nous avons utilisé pendant longtemps, avec satisfaction, le modèle de la maison Ducretet. Il représente une boîte rectangulaire aplatie constituée par un cadre rigide en bois et deux parois : la paroi supérieure destinée à se trouver en contact avec la face gélatinée de la plaque, est formée par une feuille de carton mince et lisse, de bonne fabrication, sertie dans le cadre au moyen de feuillures métalliques qui empêchent toute pénétration de lumière. Il est préférable d'utiliser pour la constitution de cette paroi une feuille mince d'ébonite ou d'aluminium ; de cette façon on évitera que, sous l'influence de la chaleur dégagée par la partie du corps soumise à l'examen, il se produise un chauffage irrégulier de la gélatine, ou une transmission de l'humidité à certaines parties de celle-ci, en cas de sudation. On sait en effet que le développement d'une plaque chauffée ou humidifiée par places ne se fait pas régulièrement.

A défaut de ce châssis spécial, lorsque le membre est en transpiration, ou lorsque la pose doit être un peu longue, il est par conséquent avantageux de placer entre la peau et l'enveloppe de papier de la plaque, ou la couverture en carton mince du châssis ordinaire, une feuille d'aluminium de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur ; le métal diffuse régulièrement la chaleur et empêche l'humidité d'atteindre la gélatine.

La paroi postérieure du châssis est constituée par un volet en bois mobile autour de charnières fixées le long de l'un de ses grands côtés ; des fermoirs métalliques servent à l'assujettir lorsqu'il est rabattu sur la plaque

mise en place. Ce volet peut être simple ou doublé à sa face interne d'une lame de plomb de 3 à 4 millimètres d'épaisseur. Cette lame de plomb, dont l'emploi a été conseillé par Buguet, aurait pour but d'arrêter les rayons secondaires émis par les corps sous-jacents à la plaque, et de prévenir le voile du cliché.

En effet les rayons secondaires du plomb sont très rapidement absorbables par l'air qui les éteint, sous une épaisseur de quelques millimètres.

Disons cependant que son emploi est loin de nous sembler indispensable à la face postérieure de la plaque. On avait conseillé également de la placer sous les plaques enveloppées de papier aiguille ; mais si on juge à propos de l'employer, mieux vaut, dans ce dernier cas, la remplacer par une lame de zinc de même épaisseur qui aura plus de rigidité que le plomb et aura en tout cas l'avantage de servir de support au verre et d'empêcher son bris.

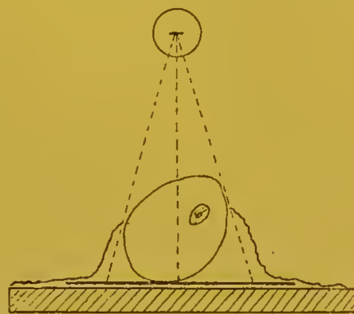


Fig. 112.

Par contre nous avons reconnu un avantage incontestable à l'emploi de lames de plomb minces et flexibles de un ou deux millimètres d'épaisseur qui viennent se modeler sur les parties latérales de la région du corps à radiographier, lorsque celle-ci présente une certaine convexité. S'il s'agit par exemple de radiographier la cuisse, la tête ou le tronc, il y a utilité, pour éviter le voile radiographique, à appliquer une de ces plaques sur chaque face de la partie cylindrique, ou à en mouler une sur le contour hémisphérique de la tête. Ces lames métalliques reposent sur la table par leur bord inférieur replié, et s'appuient par leur bord supérieur libre sur le pourtour convexe du segment du corps radiographié (fig. 112). Elles empêchent les rayons diffusés d'agir sur la plaque sensible dans les parties où l'objet n'est pas en contact avec elle. On obtient de cette façon des images beaucoup plus nettes.

§ 2. — Support d'ampoule

Ici encore l'ingéniosité des constructeurs s'est donnée libre jeu.

Le support d'ampoule peut être fixe ou mobile. Il doit présenter une stabilité parfaite, être bien isolé électriquement et permettre de donner à l'ampoule toutes les directions et inclinaisons nécessaires.

Le *support mobile* est le plus simple, le plus facile à se procurer et à déplacer ; c'est celui qui convient pour les installations radiographiques transportables.

On peut tout uniment utiliser un des supports employés dans les laboratoires de chimie pour soutenir les ballons, cornues, etc.

L'appareil est constitué par une colonne verticale en bois fixée sur une tablette horizontale ; le long de la colonne verticale coulisse, au moyen d'un manchon, et se fixe à l'aide d'une vis, un bras horizontal plus ou moins long

terminé à son extrémité par une pince articulée pouvant prendre toutes les positions voulues dans l'espace.

Le mieux est de se procurer un support spécial à pied lourd et large en fonte, de façon à lui donner plus de stabilité. Sur ce pied est fixée une colonne métallique verticale de 1m,50 environ de hauteur le long de laquelle coulisse un collier métallique à serrage. Ce collier est uni, par l'une de ses faces latérales, à un second collier à serrage dont l'axe est perpendiculaire à celui du premier et qui sert à permettre le glissement de gauche à droite, la rotation et la fixation d'un bras de levier horizontal en bois dur. A l'extrémité de ce dernier se trouve une pince en bois dont les mors sont garnis de liège ou de caoutchouc. Cette pince, dans laquelle on fixe le tube au moyen d'une vis, peut, grâce à des articulations spéciales, subir un mouvement de rotation sur son axe, et se placer dans le prolongement de la tige horizontale, ou perpendiculairement, ou obliquement par rapport à elle. Ce support, construit par Ducretet, permet, en un mot, de donner au tube de Crookes toutes les positions voulues dans l'espace. Il est avantageux de fixer sur la tige verticale de ce support une baguette horizontale de bois, ou mieux de verre, mesurant 0m,60 environ de longueur : elle sert à soutenir les fils du secondaire, avant qu'ils aillent se brancher sur les électrodes de l'ampoule ; on peut ainsi les maintenir à distance convenable l'un de l'autre et éviter la production d'étincelles entre eux et les objets avoisinants (fig. 113).

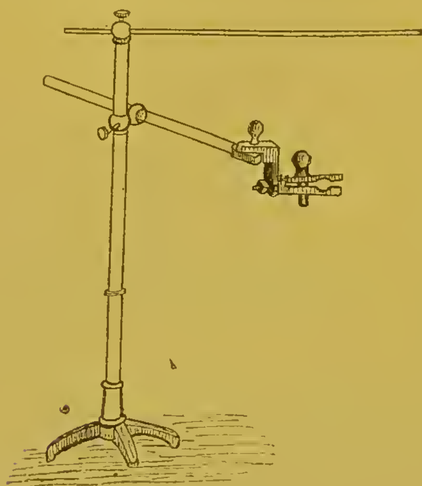


Fig. 113.

Avec ce support dit universel l'isolement du tube sera suffisamment réalisé ; il n'y aura que peu ou pas de déperdition par le sol du courant de haute tension et, en touchant sa tige ou son pied, on ne recevra pas de secousse désagréable.

Les *supports fixes* d'ampoules peuvent être compris de façons différentes.

L'utilisation d'un cadre suspendu au plafond par des colonnes verticales présente de grands avantages. Ce cadre, en bois, ou mieux en tubes métalliques creux isolés au niveau des scellements, est rigide, de forme rectangulaire, présentant en longueur et en largeur les dimensions du lit radiographique placé au-dessous. Une barre transversale, coulissant par ses extrémités sur les grands côtés du cadre, peut à volonté être déplacée vers les pieds ou vers la tête du sujet couché.

L'ampoule se fixe à l'extrémité d'une pince supportée par une tige glissant le long de la barre transversale, ce qui permet de la porter à droite ou à gauche. La pince est réunie à la tige par une articulation en cylindre, grâce à

laquelle on peut faire décrire au tube un cercle complet dans le plan horizontal.

Au lieu d'un cadre plafonnant, on peut constituer le support d'ampoule au moyen de deux rails métalliques fixés à leurs extrémités dans des manchons isolants en verre ou en porcelaine scellés aux murs de la pièce. Sur ces rails glisse et se fixe la tige horizontale permettant de déplacer le tube dans le sens de la longueur du lit.

Dans d'autres dispositifs le cadre rectangulaire, le long duquel se déplace la tige horizontale portant le support d'ampoule, fait corps avec le lit lui-même ; il est soutenu par quatre montants verticaux bien rigides, en bois ou en métal, fixés aux quatre angles de la table radiographique. De cette façon, les rapports du cadre et de la table sont constants, quelque soit le déplacement que l'on fasse subir à cette dernière, tandis qu'avec le système plafonnant ou le railway, pour obtenir cette constance qui est nécessaire dans certaines opérations radiographiques, on est obligé de fixer la table au sol, ou d'encastrer exactement ses pieds dans quatre douilles placées à demeure dans le plancher.

Béclère [1] fixe l'ampoule dans un châssis analogue à celui que nous décrirons plus tard, à propos de la radioscopie. Ce châssis comporte trois cadres emboîtés l'un dans l'autre ; le cadre intérieur se déplace horizontalement sur le moyen et celui-ci verticalement sur le cadre extérieur. Ce châssis porte-tube placé verticalement pour les opérations effectuées, le malade étant debout ou assis, peut s'employer pour la radiographie ou la radioscopie du sujet couché sur une table. A cet effet Béclère a rendu basculable le cadre moyen qui peut prendre une position horizontale ou oblique sur le cadre extérieur. Ce dernier, constitué par deux montants verticaux, coulisse sur deux rails fixés au plancher, de chaque côté du grand axe de la table. On peut ainsi obtenir à volonté des déplacements du tube dans les trois sens vertical, longitudinal, transversal.

En avant du tube assujetti dans le cadre central, au moyen de pinces munies de vis permettant de régler la position convenable du miroir anticathodique, se fixe le diaphragme-iris de l'auteur, son indicateur d'incidence, et au besoin un cylindre compresseur imité de celui d'Albers-Schoenberg.

Dans certains appareils spéciaux, tels que celui de Contremoulins pour la recherche des corps étrangers de la tête, dont nous parlerons ultérieurement, le support de tube et le châssis à plaque sensible sont fixés aux côtés opposés d'un bâtis spécial scellé lui-même sur la tête du patient ; ils sont ainsi solidaires, de sorte que si le tube s'incline, la plaque s'incline de la même quantité et parallèlement.

§ 3. — Plans d'appui pour la partie a radiographier

Les plans d'appui seront quelque peu différents, selon la région du corps qu'il s'agit de radiographier.

[1] *Archives d'électricité médicale*, 15 octobre 1900, 15 juin 1901 et 15 septembre 1903.

Nous allons les passer rapidement en revue, en allant du simple au composé, n'indiquant que les plus pratiques et les plus faciles à improviser ou à construire.

A. — Radiographie des orteils, du métatarse et du tarse antérieur

Il suffit d'asseoir le sujet sur une chaise, et de lui faire placer le pied, en légère extension sur la jambe, bien à plat sur la plaque sensible reposant directement sur le sol. Pour prévenir les mouvements d'oscillation latérale de la jambe, il sera bon d'appuyer les deux genoux l'un contre l'autre et de les maintenir réunis et serrés, au moyen d'une bande ou d'une ceinture embrassant la partie inférieure des deux cuisses.

On pourra aussi faire reposer la partie inférieure des deux cuisses dans deux échancrures creusées sur la face supérieure d'un billot en bois sur-

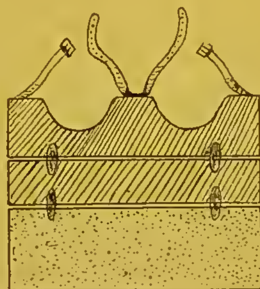


Fig. 114.

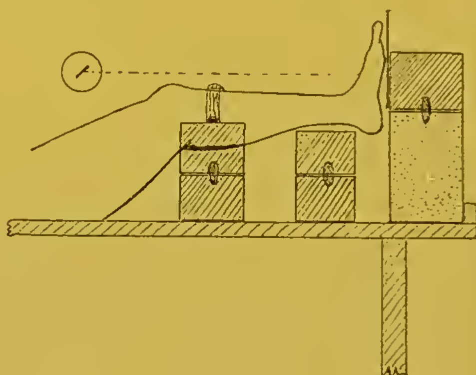


Fig. 115.

montant une caisse rendue stable par son remplissage avec du plomb ou du sable. Des blocs de bois intermédiaires permettront d'élever le billot échancré à la hauteur voulue. Des goujons mobiles pénètrent à frottement doux dans des trous creusés sur les faces correspondantes des pièces en rapport et assurent l'immobilité de tout le système.

Par-dessus chaque cuisse, on boucle un lac, dont les deux extrémités sont fixées sur les côtés latéraux des échancrures. La figure 114 représente une coupe verticale de l'appareil.

Ce support simple à construire, et servant à d'autres usages que nous indiquerons ultérieurement, ne complique en rien l'installation.

Si le sujet, pour une raison quelconque, ne peut rester assis, on le place sur la table radiographique couché sur le dos; on élève l'extrémité inférieure de la jambe au moyen d'un coussin en toile rempli de sable, analogue à ceux qui servent pour le massage des membres. Ou bien l'on peut employer le billot précédent dans l'une des échancrures duquel on fixe le haut de la jambe, tandis que la partie inférieure repose sur un ou plusieurs des blocs intermédiaires superposés; le talon porte à faux. Une compresse en toile pliée en mouchoir est glissée entre le bas du membre et le bloc en bois pour amortir la pression des angles de ce dernier sur les parties molles. On

boucle la courroie du billot sur le haut de la jambe et l'on peut au besoin immobiliser également le pied contre la plaque et le support au moyen d'une bande traversant son dos. Le pied ainsi surélevé vient appuyer à plat sur la plaque radiographique appliquée verticalement et fixée par un tour de bande en toile contre la paroi antérieure de la boîte à sable placée au bout de la table ; une barre d'arrêt fixée sur cette dernière empêche le glissement de la boîte (fig. 115). L'ampoule disposée horizontalement en avant du genou, sur une ligne perpendiculaire au milieu de l'avant-pied et de la plaque, se trouve de cette façon suffisamment éloignée de la jambe pour éviter la production d'étincelles de dérivation.

Parfois l'on peut avoir besoin de prendre une radiographie planto-dorsale au lieu de dorso-plantaire comme c'est le cas habituel. Il suffit pour cela de coucher le sujet sur le ventre et de fléchir la jambe à angle droit sur la cuisse ; la région dorsale du pied vient en contact avec la plaque radiographique reposant sur l'une des faces planes du billot-support. Ce dernier, couché sur l'un de ses côtés qui sont également pourvus de trous, a été élevé à la hauteur voulue au moyen des blocs intermédiaires avec lesquels on le gougeonne. La face antérieure du cou-de-pied est logée dans l'échancrure du billot qui regarde en avant, et les lacs sont bouchés en arrière du talon, pour assurer l'immobilisation du membre.

L'ampoule est placée verticalement au-dessus de la plante.

Dans certains cas il y a utilité à prendre simultanément une radiographie des deux pieds, dans l'une ou l'autre des positions que nous venons d'indiquer ; il suffit de les placer symétriquement sur la plaque, d'éloigner davantage l'ampoule et de la disposer de telle façon que le rayon incident normal tombe à égale distance des bords internes et des extrémités des deux pieds.

B. — Radiographie de la main, du poignet, de l'avant-bras, du coude et de la partie inférieure du bras

Pour radiographier ces différents segments du membre supérieur, il suffira d'utiliser la table radiographique comme plan d'appui et de faire asseoir le malade sur un siège à élévation variable, tel que le tabouret à vis utilisé par les pianistes.

A défaut on prendra une table quelconque qui aura par exemple environ 70 centimètres de haut, sur 80 de long et 50 de large.

Le banc sera tout simplement constitué par notre caisse à sable qui mesure 60 centimètres de longueur, 20 de hauteur et 15 d'épaisseur. En la couchant sur l'un ou l'autre de ses grands côtés et en utilisant les blocs intermédiaires, on pourra faire asseoir le sujet à toutes les hauteurs désirables.

Pour radiographier la main, le poignet, l'avant-bras, le malade sera assis sur un siège élevé de 40 centimètres environ, ce qui correspond à la hauteur d'une chaise ordinaire ; tandis que pour opérer sur le coude ou la partie inférieure de l'humérus, il faudra, pour que le bras soit bien parallèle au

plan de la table et appuie bien sur la plaque par toute sa longueur, que le siège n'ait que 15, 20 ou 30 centimètres de haut, suivant la taille du sujet.

On pourra ainsi prendre des radiographies postéro-antérieures ou antéro-postérieures de la main, du poignet et de l'avant-bras, en plaçant le membre en pronation ou en supination, sa face antérieure ou sa face postérieure, suivant le cas, reposant sur la plaque sensible.

Il sera également facile d'examiner la main, le poignet, l'avant-bras, dans le sens externe interne, en appliquant sur la plaque mise à plat sur la table la face interne du membre supérieur, l'avant-bras étant placé en position intermédiaire, et le coude en flexion ou en extension.

Pour les dernières opérations il suffira d'asseoir le blessé sur une chaise, devant une table ordinaire. Mais pour obtenir des radiographies antéro-postérieures ou externes-internes du coude et du bras, il faudra placer le sujet sur un siège bas, de façon à ce que la partie supérieure du membre soit bien parallèle au plan d'appui.

Dans certains cas il y a utilité à prendre des radiographies de la main, du poignet, de l'avant-bras, du coude et du bras dans le sens interne externe Le membre sera placé en extension sur la table, la paume en bas, lorsqu'il s'agira de la main ou du poignet et au contraire la paume en l'air, pour l'étude des lésions de l'avant-bras, du coude et du bras ; il s'allongera, le long de l'un des bords de la table, surélevé sur l'un des blocs en bois.

La plaque sensible placée tangentiellement au côté externe du membre au niveau de la région à radiographier, reposera sa tranche inférieure sur la table et sera maintenue verticale et en contact avec le bloc-support et le membre, au moyen de la boîte à sable sur laquelle appuyera sa face postérieure. L'ampoule sera disposée horizontalement, en avant de la table, en dedans du membre et parallèlement à son axe.

Le sujet éprouve quelques difficultés à conserver l'immobilité absolue, pendant le temps nécessaire, lorsque le membre supérieur est étendu, l'avant-bras placé en supination. Il y a alors avantage à placer la racine du bras dans l'une des échancrures du billot de bois et à l'immobiliser au moyen des lacs spéciaux ; la main de son côté placée en légère flexion et reposant par sa face dorsale sur un bloc, sera maintenue immobile dans cette position, par un aide, ou par une ceinture à boucle ou une bande en toile enserrant à la fois le bloc et la main. Pour maintenir le membre au repos, on peut également se contenter de placer, sur la paume de la main ouverte, un corps lourd, tel qu'une boîte remplie de plaques.

Faisons remarquer en passant la grande utilité que présentent pour soutenir ou caler les membres à défaut de blocs de bois, l'emploi des boîtes en carton vides ou remplies de plaques de verre ; nous en avons constamment à portée de la main, un certain nombre, de dimensions différentes et elles nous rendent les plus grands services.

Dans le même ordre d'idées nous ne saurions non plus trop recommander l'usage des sacs en toile remplis de sable, les uns plats, rectangulaires, de dimensions variées, les autres en forme de saucisson. Ils servent à sou-

tenir, à caler ou à immobiliser les membres par pression. Ces moyens de fixation improvisés et variés nous semblent préférables à toutes les tables et fauteuils dits universels que l'on s'est ingénié à construire.

S'agit-il par exemple de radiographier dans le sens antéro-postérieur un coude dont l'extension soit incomplète, on comble l'angle situé entre la face postérieure de l'avant-bras et le plan de la table au moyen de ces boîtes enserrées, en même temps que le poignet dans l'anse d'une ceinture ou d'une bande, et l'on cale et immobilise le bras avec les sacs de sable (fig. 116).

De même si le coude est ankylosé à angle droit et que l'on veuille le radiographier dans le sens antéro-postérieur, il sera également facile d'imaginer un dispositif simple pour y arriver. La face postérieure du bras reposant sur le plan de la table et la plaque sensible, on appuie la face posté-

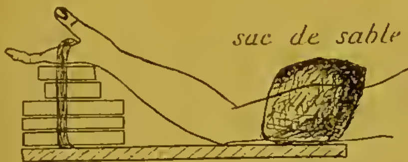


Fig. 116.

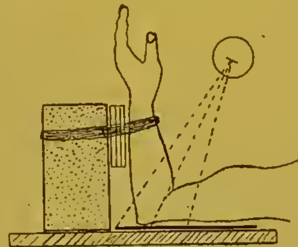


Fig. 117.

rieure de l'avant-bras contre la boîte à sable placée sur la table, en ayant soin toutefois d'éloigner un peu le membre, en interposant à la partie supérieure une ou deux boîtes en carton vides, de façon à ce que la plaque sensible déborde en avant la verticale passant par l'axe de l'avant-bras (fig. 117).

Une ceinture ou quelques tours de bande servent à assurer l'appui et l'immobilité. Il est avantageux, dans ce cas, de faire tomber le rayon incident obliquement à 35° ou 45° sur le milieu du pli du coude ; on obtient de la sorte une image un peu déformée, mais suffisante pour étudier la forme et les rapports des différents os prenant part à la constitution de l'articulation.

Si le sujet ne peut rester assis, il est également possible de prendre, dans la position couchée, les radiographies des différents segments du membre supérieur dans le plan frontal ou dans le plan sagittal. Le membre supérieur est alors placé parallèlement au tronc ou à angle droit, reposant dans ce dernier cas sur le sol ou sur une table annexe, selon que le malade est couché sur le sol, sur la table radiographique ou sur un lit ; la plaque sensible est disposée à plat ou de champ, suivant le sens de la radiographie. Il est inutile d'insister plus longuement.

C. — Radiographie de l'épaule, de la poitrine

Ici, comme pour les opérations portant sur l'abdomen, le bassin et les membres inférieurs, sauf l'avant-pied, se pose la question du support sur

lequel on fera coucher le malade. Il faut tout d'abord poser en principe que le corps doit reposer sur un plan résistant, pour empêcher tout déplacement et toute inclinaison de la plaque sensible pendant l'opération.

Le dispositif le plus simple consiste à utiliser tout bonnement le parquet de la pièce, sur lequel on étale bien à plat une ou plusieurs couvertures en laine repliées de façon à constituer un lit de 2 mètres environ de long, sur 60 centimètres de large. Pour éviter la transmission des maladies contagieuses et sacrifier à la susceptibilité de certains individus, il sera bon de garnir avec une grande serviette en toile la partie du lit qui correspondra à la région du corps mise à nu ; de même une grande compresse en toile sera disposée sur la couverture roulée servant d'oreiller et sera renouvelée pour chaque sujet. On obtient ainsi un plan rigide, quoique pas trop dur, auquel on peut au besoin donner toutes les largeurs désirables, si l'on veut par exemple prendre une radiographie du membre supérieur placé en abduction plus ou moins prononcée.

Le principal inconvénient de ce dispositif provient de ce que l'opérateur est obligé de se courber ou de s'agenouiller fréquemment pour disposer convenablement le malade et placer le châssis contenant la plaque sensible ; il faut dire aussi que l'illusion de reposer sur un lit plus ou moins dur choque moins les gens d'un certain rang social que le fait de se coucher par terre.

Malgré tout, cette manière de procéder nous semble avoir certains avantages et c'est du reste ainsi que nous avons opéré pendant quatre ans au Val-de-Grâce, où l'exiguïté des locaux mis à notre disposition ne nous avait pas permis d'installer la table-lit que nous avions imaginée ; nos genoux seuls nous amenaient parfois à critiquer ce mode de couchage un peu primitif.

Nous admettons cependant que la table-lit facilite le travail de l'opérateur et semble plus conforme à nos idées sociales ; mais pour qu'elle fournisse tous les avantages que l'on peut exiger de son emploi, il faut qu'elle réalise certaines conditions, et ne soit pas simplement un brancard en toile à pieds surélevés, ou une banquette plus ou moins luxueuse et bien rembourrée.

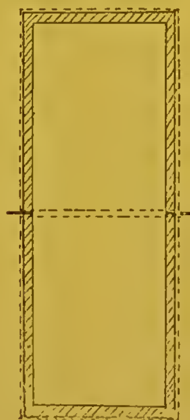
De très nombreux modèles de tables-lits ont été construits ; chaque fabricant et chaque opérateur vante naturellement le sien. Ne pouvant songer à les décrire, nous nous contenterons de faire connaître le dispositif que nous avons imaginé et qui semble répondre aux conditions exigées d'une table-lit universelle, puisque son emploi permet de satisfaire à toutes es exigences de la radiographie et de la radioscopie courantes. Plus tard, lorsque nous traiterons de la radiographie de précision, nous insisterons sur les avantages présentés par la table spéciale de Contremoulins.

A notre avis, une table radiographique universelle doit permettre, le sujet étant couché sur le dos (le décubitus sur le ventre rend l'immobilité absolue difficile, par suite du jeu de la respiration) de radiographier et de radioscoper les différentes parties du corps, aussi bien d'avant en arrière

que d'arrière en avant, tout en présentant une structure aussi simple que possible, un prix de revient peu élevé et une solidité suffisante.

L'appareil suivant nous semble permettre de réaliser assez complètement ces différentes conditions.

La *table-lit universelle pour l'examen des malades aux rayons de Roentgen*, se compose essentiellement d'un *brancard spécial* placé dans une *cage en bois*.


Fig. 118.

Le brancard est constitué par un cadre rectangulaire rigide en bois, mesurant $1^{m},80$ de long, sur $0^{m},70$ de large (fig. 118). Sur le milieu des côtés latéraux du cadre sont horizontalement fixés deux tourillons en fer encastrés dans le bois et faisant une saillie extérieure de 8 centimètres environ. Les extrémités des deux hampes sont prolongées par des poignées en bois, de 25 centimètres de longueur, qui se rabattent vers le bas, grâce à une charnière d'union située à leur face inférieure (fig. 119). Le cadre est recouvert par un panneau de cuir fort, bien tendu, et cloué par ses bords ; le cuir est plus résistant que la toile à voile ou que la feuille d'aluminium mince qui sont employées comme support dans certains lits radiographiques, tout en étant aussi facilement perméable aux rayons de Roentgen. Le panneau de cuir est du reste recouvert par deux panneaux de bois indépendants, occupant chacun la moitié de la longueur du cadre et pouvant être enlevés l'un ou l'autre lorsque l'on pratique une radiographie d'arrière en avant ou une radioscopie dans le plan sagittal, sur un segment de la partie supérieure ou de la partie inférieure du corps, le sujet étant


Fig. 119.


Fig. 120.


Fig. 121.

couché sur le dos. Ces panneaux de bois peuvent être unis aux hampes du cadre par des moyens divers, par exemple avec des demi-colliers de fer munis de vis de serrage à leur partie inférieure (fig. 120).

A l'extrémité du panneau de pied se trouve disposée verticalement une planche en bois, mesurant 20 centimètres de haut; elle est destinée à servir d'appuie-pied, et peut à volonté se rabattre sur le panneau correspondant, grâce à des charnières situées de ce côté.

La cage dans laquelle on disposera le brancard est constituée par quatre forts montants en bois de $1^{m},80$ de haut réunis, à leur partie supérieure, inférieure et moyenne, par des traverses longitudinales et transversales, mesurant les premières $1^{m},70$ et les secondes $0^{m},75$. Les traverses supérieures et inférieures sont fixes, de même que les traverses moyennes longitudinales ; sur le milieu de ces dernières se trouve de chaque côté un palier

brisé en fer, dans lequel on engage le tourillon adapté aux hampes du brancard; on fixe ensuite les deux pièces du palier au moyen d'un écrou à queue, précaution qui est nécessaire seulement quand le brancard doit être incliné (fig. 121). Les deux traverses transversales moyennes sur lesquelles reposeront les extrémités du cadre du brancard sont constituées par deux tiges en fer terminées à un bout par une tête renflée et à l'autre par un pas fileté; ces deux longs boulons s'engagent dans des trous percés au niveau voulu à travers les montants verticaux de tête et de pied et sont assujettis en place par un écrou à queue de serrage.

Chacun des montants verticaux porte sur toute sa hauteur un certain nombre de trous analogues, espacés de 15 ou 20 centimètres; on y engagera au besoin les traverses transversales moyennes lorsqu'il sera nécessaire d'incliner le brancard vers la tête ou vers les pieds (fig. 122).

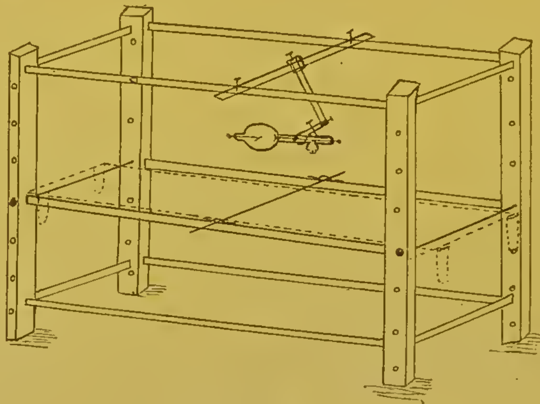


Fig. 122.

Tel est l'appareil rapidement décrit; voyons maintenant son emploi.

Pour prendre une radiographie de l'épaule ou de la poitrine dans le plan sagittal et d'avant en arrière, il suffira de faire coucher le malade sur le brancard, la tête appuyée sur une couverture repliée ou un oreiller rembourré de crin, le dos ou la face postérieure de l'épaule reposant sur la plaque sensible placée à plat sur le brancard garni de ses panneaux de bois. Si le malade ne peut pas marcher, on ira le chercher sur le brancard, et on engagera celui-ci chargé, dans la cage, en le faisant pénétrer horizontalement et obliquement par l'un des grands côtés de cette dernière, pour le poser ensuite sur le cadre moyen; les poignées du brancard seront alors rabattues, pour ne pas gêner la circulation autour de l'appareil.

Une fois le blessé bien disposé sur la plaque sensible, on fixe, sur les traverses longitudinales et supérieures du lit-cage, le support d'ampoule, et on donne à celle-ci la distance et l'incidence convenables. L'opération terminée, le blessé se lève ou est reporté dans son lit, sans qu'il soit besoin de le déranger.

On procédera de la même façon pour examiner à l'écran un malade couché, dans les cas où l'on pratiquera l'examen postéro-antérieur, c'est-à-dire l'ampoule placée sous la table et l'écran en avant de la poitrine; mais

cette fois on aura eu soin d'enlever préalablement le panneau de bois supérieur, afin que les rayons n'aient pas une trop forte épaisseur d'opaque étranger à traverser.

Cette dernière disposition sera celle que l'on adoptera également pour exécuter une radiographie postéro-antérieure, la plaque sensible reposant sur la face antérieure de l'épaule ou de la poitrine.

Dans ces cas le support d'ampoule sera fixé sur les traverses longitudinales inférieures du lit-cage.

Ce n'est que lorsqu'il y aura lieu de procéder à la radioscopie d'avant en arrière, l'écran appliqué contre le dos du malade couché et l'ampoule en avant de la poitrine, qu'il faudra mettre en jeu le mécanisme de bascule du brancard.

Les traverses transversales de pied et de tête dégagées, les poignées du

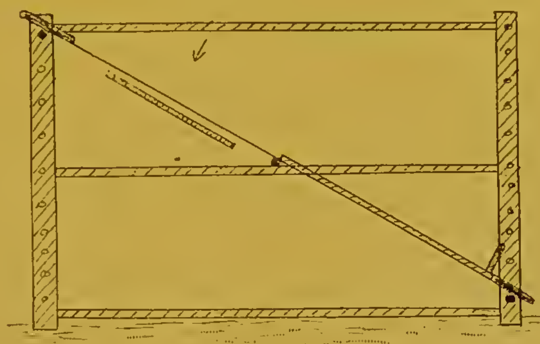


Fig. 123.

brancard relevées, les paliers des tourillons bien fermés et l'appuie-pied redressé, on fait basculer le brancard, de façon à abaisser les pieds et à relever la tête, jusqu'à ce que le cadre fasse avec l'horizon un angle de 45° environ, puis on le fixe dans cette position au moyen des traverses transversales engagées dans les trous supérieurs et inférieurs des montants verticaux, et placées sous les hampes (fig. 123).

Si le malade craint de tomber, on l'empêchera de glisser en lui passant sous le dos et les aisselles une sangle dont les bouts remontant le long du cou et de la tête viendront se réfléchir sur le bord supérieur du brancard et seront maintenus tendus par un aide.

L'observateur s'assied alors sur un siège de hauteur appropriée, dans la cage même, sous le dos du sujet, contre lequel il appuie l'écran tenu à la main. L'ampoule est disposée en avant de la poitrine, en position telle que le rayon incident soit perpendiculaire au plan du corps.

Pour cet examen, le panneau supérieur en bois du brancard a été enlevé, avant de coucher le malade, et les rayons ne rencontrent sur leur trajet que la feuille de cuir comme obstacle étranger.

L'examen terminé, le brancard est remis en position horizontale, puis le malade se lève ou est reporté à son lit.

Ce dispositif pour pratiquer la radioscopie, ampoule en dessus et écran en dessous du malade, nous paraît supérieur à celui que préconise Guilleminot qui fixe l'écran sous le lit et reçoit sur une glace placée à 45° l'image de l'ombre projetée sur l'écran, de façon à la rendre visible pour un observateur assis à côté du lit.

Par contre le cadre porte-tube horizontal de Guilleminot qui permet pendant l'examen radioscopique de déplacer le foyer lumineux dans les deux dimensions de l'horizon au moyen de cordons de tirage, nous semble présenter certains avantages. Il peut se placer au-dessus ou au-dessous du malade, entre les deux traverses longitudinales supérieures ou inférieures de la cage. Toutefois dans le cas où on se servirait de ce support de tube pour examiner le malade couché sur le brancard incliné, il faudrait commencer par fixer le cadre en position oblique, de façon à ce qu'il soit parallèle au plan du corps du sujet.

Nous venons de parler des pratiques radioscopiques incidemment et tout simplement pour montrer les avantages de notre table-lit. Lorsque nous traiterons spécialement de la radioscopie, nous décrirons le cadre porte-tube vertical de Guilleminot, ce qui nous dispense d'insister plus longuement sur son cadre porte-tube horizontal qui n'en est qu'un dérivé.

Revenons maintenant à la radiographie du thorax et de l'épaule, car il nous reste à faire connaître certains modes particuliers d'examen de ces régions.

Il est parfois utile de pouvoir examiner le thorax obliquement, pour se rendre compte d'un déplacement des vertèbres dorsales dans le sens antéro-postérieur, pour examiner la portion thoracique de l'œsophage et la partie descendante de l'aorte, etc. ; on peut ainsi découvrir des lésions que l'on n'apercevrait pas sur les radiographies prises dans le plan sagittal ou transversal. Dans ces cas le tube étant disposé de façon à fournir un rayon central à incidence verticale, il suffit de faire coucher le malade sur le côté gauche, de façon à ce que l'axe transversal du thorax fasse un angle de 45° avec l'horizon. Le côté droit du dos du sujet appuie contre la boîte à sable qui sert à le caler ; le côté gauche repose sur la plaque sensible ; le rayon incident médian pénètre sur la ligne mamellaire droite. Par cet *examen latéral oblique* on évite la superposition des ombres du sternum et de la colonne vertébrale qui pourraient masquer les lésions des organes médiastinaux.

Dans les luxations de l'extrémité supérieure de l'humérus compliquées de fracture du col anatomique ou du col chirurgical, on ne peut se rendre un compte exact du déplacement des extrémités osseuses en examinant seulement des radiographies prises dans le plan sagittal, à moins de faire de la stéréoradiographie. Il y a avantage à prendre une deuxième épreuve dans un second plan faisant un angle de 90° avec le premier. On y arrive en faisant pénétrer les rayons par l'aisselle et en plaçant la plaque sensible en contact avec la région acromio-coracoïdienne. Le sujet étant couché bien à plat sur la table, le tronc soulevé par un grand coussin d'épaisseur uniforme et l'épaule débordant le plan du lit en dehors, on fait reposer celle-ci.

ainsi que le membre supérieur maintenu en abduction aussi complète que possible sur une petite table annexe placée contre la première. Des boîtes en carton vides sont mises sous l'épaule à examiner et des boîtes pleines sous le bras et l'avant-bras, de façon à ce que le membre soit horizontal. La plaque au gélatino-bromure est maintenue appliquée bien verticalement contre la voûte acromio-coracoïdienne au moyen de la boîte à sable placée derrière elle. L'ampoule est placée dans l'angle constitué par le bras et le tronc et les deux tables; le bassin du sujet est autant que possible reporté du côté opposé, pour que le tube de Crookes ne soit pas trop près de la peau du flanc.

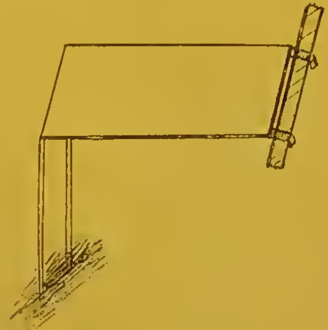


Fig. 124.

Si l'on possède la table-lit que nous avons préconisée, il est utile de la compléter par une tablette annexe, mobile, qui facilitera beaucoup les opérations radiographiques à effectuer sur le membre supérieur placé en abduction, le malade étant couché.

Cette tablette, de la même hauteur que la table-lit, mesurera environ 40 centimètres de large et fera une saillie latérale de 60 à 70 centimètres s'adaptant par deux crampons en fer sur la traverse latérale moyenne de la cage, du côté droit ou du côté gauche, elle reposera à son extrémité libre sur deux pieds verticaux de 90 centimètres de hauteur (fig. 124).

Cette petite table pourra être employée également pour toutes les opérations radiographiques que l'on exécute sur le membre supérieur, lorsque le malade est assis.

On ne la mettra en place qu'au moment du besoin, de façon à ne pas gêner la circulation autour de la table-lit.

D. — Radiographie de la région lombaire, du bassin, de la vessie, du rectum

Si l'on veut radiographier la région des reins, le segment lombaire de la colonne vertébrale, le squelette du bassin ou son contenu, il est nécessaire, pour que la région postérieure de ce segment du corps appuie bien sur le châssis porte-plaque, de supprimer l'ensellure lombaire plus ou moins prononcée suivant les différents sujets. On obtiendra ce résultat, le haut du corps reposant bien à plat, en plaçant les genoux en demi-flexion et en les faisant reposer dans les échancrures du billot fixé sur la boîte à sable avec ou sans intermédiaire, selon la taille de l'individu et le degré de l'ensellure à corriger.

Pour radiographier la vessie et rechercher par exemple un calcul dans son intérieur, il y a avantage à placer la plaque en arrière plutôt que de la mettre au contact de la région hypogastrique. Le sujet sera donc en décubitus dorsal, mais en position un peu différente de la précédente. Il faut que le détroit supérieur soit mis autant que possible dans le plan horizontal, de

façon à ce que les calculs ne soient pas masqués par l'ombre du sacrum ou du pubis. Il suffit, les membres inférieurs étant allongés à plat, de maintenir le haut du corps soulevé et incliné de 50° à 60°, les ischions reposant sur la plaque sensible.

On n'aura qu'à renverser une chaise ordinaire, comme on fait pour asseoir un malade dans son lit; pour empêcher la chaise de glisser, on appuiera les pieds de devant contre un mur, si le malade est couché par terre. Si l'on utilise notre lit-cage on pourra se servir de la tablette annexe pour constituer le plan incliné ; il suffira d'en accrocher les crampons sur une traverse mobile placée à hauteur voulue dans les trous des montants verticaux; la tablette appuiera par son bord inférieur sur le plan du brancard, ses pieds étant repliés sous elle.

On garnira le dossier de la chaise avec une ou plusieurs couvertures repliées, pour rendre l'appui moins dur et compléter l'élévation du tronc au degré voulu.

L'ampoule sera disposée verticalement, et de telle manière que le rayon incident médian tombe à mi-distance entre l'ombilic et le pubis.

Cette même position sera employée pour la recherche des corps étrangers du rectum haut situés. Dans certains cas, pour obtenir de bonnes radiographies de la partie postérieure du bassin, du sacrum et des dernières vertèbres lombaires, il y aura avantage à placer le malade en position de Trendelenburg, ce que l'on peut facilement réaliser avec notre table-lit. L'intestin grêle est, dans cette situation refoulé vers le haut, et le squelette de la partie postérieure du bassin et de l'abdomen se trouve en partie démasqué.

Cylindres compresseurs. — Pour la recherche des calculs du rein, au moyen de la radiographie, Albers-Schoenberg[1] a imaginé un appareil constitué par un cylindre creux, intérieurement doublé de plomb, fermé à sa partie supérieure placée contre l'ampoule, par un diaphragme en plomb à ouverture variable qui ne laisse passer par son ouverture que la partie centrale du faisceau de rayons de Roentgen et arrête les rayons parasites émis par les parois de l'ampoule, la partie inférieure du cylindre garnie de caoutchouc durci est destinée à déprimer verticalement ou obliquement la paroi abdominale antérieure, de façon à diminuer l'épaisseur des parties molles placées en avant du rein et à rendre l'image radiographique plus nette.

Le cylindre est fixé à une sorte de pont-levis que l'on rabat sur le malade couché sur la table et que l'on serre au degré voulu. Avec cet appareil faisant corps avec la table, la région à examiner est immobilisée, en même temps que son épaisseur est diminuée.

Albers-Schoenberg a trouvé de tels avantages à l'emploi des cylindres compresseurs qu'il en recommande l'usage pour les radiographies de la poitrine, de la tête et des membres. Inutile de dire que dans ces cas le cylindre ne réduit que d'une façon insignifiante, par sa pression, l'épaisseur

[1] Fortschritte auf dem Gebiete der Roentgenstrahlen, t. 5, f. 3, 27 juin 1902.

de la région examinée ; mais il l'immobilise parfaitement et supprime l'action des rayons parasites sur la plaque. On obtenait antérieurement ce dernier avantage par l'emploi du radio-condenseur de Radiguet et Guichard.

E. — Radiographie de la hanche et du membre inférieur, avant-pied excepté

On doit rechercher la position la plus commode pour le malade et en même temps celle qui donnera sur la plaque les ombres portées les plus conformes à la réalité.

Pour radiographier la hanche et le membre inférieur dans le sens antéro-postérieur, il faudra, le malade étant couché sur le dos légèrement soulevé, placer la pointe du pied bien verticale, de façon à ce que la mortaise tibio-tarsienne, les condyles fémoraux, le grand trochanter et le col du fémur soient vus de face. Si l'on ne prenait cette précaution, on obtiendrait pour le grand trochanter en particulier des ombres toutes différentes, suivant que le membre serait placé en rotation en dedans ou en dehors et l'on pourrait penser à une lésion pathologique dans des cas où tout est réellement normal.

Pour maintenir le membre dans cette situation, on fait appuyer fortement la plante du pied contre la boîte à sable et on cale le membre en dehors en plaçant des sacs de sable ou des boîtes remplies de plaques dans l'angle dièdre formé par sa face inféro-externe et le plan de la table. Ces cales latérales sont disposées à la partie supérieure ou inférieure du membre, selon la région à radiographier, en tout cas en dehors de la surface de la plaque sensible qu'elles ne doivent pas recouvrir.

Parfois besoin est de prendre simultanément la radiographie des deux hanches, des deux fémurs, des deux genoux, des deux jambes ou des deux cous-de-pieds en position symétrique sur la même plaque. On rapproche pour cela l'un de l'autre les bords internes des deux pieds et on les maintient réunis par un bandage en huit de chiffre enserrant les pieds et le bas des jambes ; la plante des deux pieds appuie contre la boîte à sable et des cales sont placées au côté externe de chaque membre. Le rayon incident, fourni par l'ampoule, doit tomber à égale distance de la face interne des deux membres.

Les radiographies transversales portant sur les deux tiers inférieurs de la cuisse, le genou, la jambe, le cou-de-pied et tout le pied, pourront être prises dans le sens interne externe ou au contraire dans le sens externe interne.

Pour les opérations pratiquées dans le sens interne externe, le malade se couche sur le côté correspondant au membre à examiner, et porte en avant le membre sain pour dégager l'autre. La cuisse supérieure fléchie à angle droit sur l'abdomen repose par sa face interne dans l'une des échancrures du billot surmontant la boîte à sable, le pied tombant et appuyant sur le sol

par son bord interne. Sous la face externe de l'autre membre, en contact avec la table et placé en extension passive, se trouve la plaque sensible, en regard du segment à radiographier.

Pour que l'épreuve prise dans le sens transversal soit bien à 90° par rapport à celle que l'on a obtenue dans le plan antéro-postérieur, il faut caler convenablement le sujet : une boîte remplie de sable sera appuyée contre le dos et des boîtes à plaques placées sous la partie antérieure de la cuisse ou du genou et sous la pointe du pied ; une autre boîte appuyant par une de ses extrémités sur la face interne du talon contribuera également à assurer la position à 90°.

Les radiographies dans le sens externe-interne nécessitent l'emploi d'une petite table spéciale, sous laquelle on place le membre sain et sur laquelle on fait reposer le membre malade, le sujet étant couché sur le côté correspondant au membre sain.

Cette table, mesurant 1 mètre de long, sur $0^{m},50$ de large, a une hauteur de 22 centimètres. Cette hauteur convient à la plupart des adultes. Si par hasard elle n'était pas suffisante pour que le membre reposât bien franchement sur elle, il suffirait de l'exhausser en plaçant sous ses pieds des boîtes à plaques d'épaisseur uniforme. Si au contraire elle était trop élevée, pour radiographier un enfant, par exemple, dont le bassin est moins large que celui d'un adulte, on surélèverait le plan d'appui du corps et du membre sain au moyen de couvertures repliées, les pieds de la table ne reposant pas sur ces dernières.

Certains malades seront parfois dans l'impossibilité de prendre le décubitus latéral, par suite d'un état de faiblesse générale prononcée, ou à cause de lésions particulièrement douloureuses des membres inférieurs. Comment les disposera-t-on alors pour prendre des radiographies dans le sens transversal ? Il suffira de procéder de la façon déjà indiquée pour le membre supérieur. Le sujet étant en décubitus dorsal, on élèvera le plan du membre à radiographier, en le disposant sur des boîtes en carton, celle qui se trouvera sous la région à examiner étant vide. La plaque sensible placée de champ et tangente aux bords externe ou interne des boîtes et du membre, suivant le sens dans lequel on voudra prendre la radiographie, appuiera par sa face postérieure contre la boîte à sable.

C'est ainsi que l'on procédera pour obtenir la radiographie transversale d'une fracture du fémur ou des os de la jambe, traitée par l'extension continue.

Une disposition spéciale du malade s'impose également, pour prendre des radiographies transversales de la partie supérieure du fémur, de la région trochantérienne et du col de l'os.

Le sujet sera couché sur le côté malade, la cuisse saine fortement fléchie sur l'abdomen reposera sur l'une des échancrures du billot surmontant la boîte à sable placée en avant du corps. La plaque sensible débordera largement en haut la région trochantérienne sous laquelle elle sera disposée. Le tube de Crookes sera incliné de façon à ce que le rayon incident médian

fasse un angle de 45° environ avec la verticale ; il viendra tomber au niveau du pli génito-crural. L'image obtenue sera naturellement déformée en longueur, mais interprétée convenablement, elle pourra fournir des renseignements précieux.

F. — Radiographie de la tête et de la partie supérieure du cou

Pour radiographier la tête et le cou dans le *sens antéro-postérieur*, il suffit de placer le patient dans le décubitus horizontal et bien à plat sur la plaque. Pour la tête, il faudra veiller à ce que deux plans verticaux passant l'un par la ligne médiane de la face et du crâne, l'autre par l'apophyse orbitaire externe et le bord supérieur du pavillon de l'oreille, soient bien perpendiculaires au plan d'appui.

Au contraire pour obtenir une radiographie des vertèbres cervicales moyennes, dans le sens antéro-postérieur, il y aura lieu de renverser fortement la tête, de façon à ce que l'ombre constituée par la symphyse du maxillaire inférieure soit rejetée le plus possible vers le haut.

L'examen des vertèbres cervicales supérieures sera pratiqué de la façon suivante : le sujet sera couché, la tête reposant bien à plat sur la plaque disposée sous la nuque et l'occiput ; la bouche sera maintenue ouverte au maximum par deux gros bouchons en liège enfoncés entre les parties latérales des arcades dentaires. Le rayon incident médian tombera au milieu de l'ouverture buccale.

Les radiographies de la tête et du cou dans le *sens latéral* pourront s'effectuer, le patient étant en décubitus dorsal ou latéral droit ou gauche.

Dans le décubitus dorsal, la plaque appliquée bien verticalement contre le côté droit ou gauche de la tête ou du cou soulevés par des boîtes en carton vides, sera maintenue appuyée par la boîte à sable. Les rayons pénètreront par le côté opposé.

Si l'on utilise le décubitus latéral, le sujet sera couché sur l'un des côtés et calé avec la boîte à sable appuyée contre son dos ; sa tête reposera bien à plat, et calée par des boîtes, sur la table basse utilisée pour prendre des radiographies externe-interne des membres inférieurs. Une encoche, pratiquée sur l'un des petits côtés de cette table, permet à l'épaule inférieure de se loger, le bras correspondant étant relevé et placé sous la table. Suivant la hauteur de l'épaule du sujet, on pourra au besoin soulever la table ou au contraire soulever le tronc, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment à propos de la radiographie transversale des membres inférieurs, pour amener le plan sagittal passant par la face et le crâne en parallélisme avec la table et la plaque sensible qu'elle supporte. Les rayons pénètreront verticalement par le côté opposé de la tête.

On peut se proposer dans certains cas de prendre des radiographies dans le *sens vertical*, de toute la tête, ou de certaines parties de la face seulement.

Pour radiographier la tête de bas en haut, le malade sera en décubitus dorsal, la tête fortement renversée en arrière, maintenue par un drap roulé passé en travers sous la nuque et calée latéralement par les boîtes à sable. La plaque sensible placée tangentiellement au vertex sera inclinée de façon à ce que son plan soit parallèle au plan passant par l'apophyse orbitaire externe et le bord supérieur du pavillon de l'oreille; son inclinaison sera maintenue au moyen de boîtes en carton remplies de plaques, disposées en gradin derrière elle. Le rayon incident médian de l'ampoule pénétrant par la région sous-maxillaire aura une obliquité telle qu'il soit perpendiculaire au plan de la plaque.

L'emploi des pellicules sensibles en celluloïd est nécessaire pour la radiographie verticale des maxillaires supérieurs et de la portion horizontale du maxillaire inférieur.

Dans une feuille de carton souple ou de papier fort, on taille un patron ayant approximativement la forme des arcades dentaires; on l'introduit dans la bouche en le faisant buter en arrière contre les branches montantes du maxillaire inférieur et l'on s'assure que par ses bords il déborde un peu les arcades dentaires en avant et sur les côtés. Ce patron sert à tailler dans la chambre noire la pellicule sensible aux dimensions voulues. Celle-ci une fois taillée est placée dans une pochette en tissu noir caoutchouté hermétiquement fermée, pour empêcher la pellicule d'être influencée par la lumière et l'humidité du milieu buccal; on peut aussi tout simplement envelopper la pellicule dans du papier noir, puis recouvrir cette première enveloppe avec la mince feuille d'étain qui entoure les plaques de chocolat; on rabat soigneusement les bords de cette dernière pour empêcher la salive de pénétrer à l'intérieur. La surface sensible ainsi préparée est introduite entre les arcades dentaires que l'on fait ensuite serrer doucement l'une contre l'autre.

Pour avoir l'image du maxillaire supérieur, on fera pénétrer les rayons obliquement à travers le massif facial supérieur. Le maxillaire inférieur s'obtiendra en plaçant l'ampoule au-dessous de la région sus-hyoïdienne, la tête étant fortement renversée en arrière.

Si l'on veut simplement examiner la partie médiane du maxillaire inférieur, il sera plus simple de faire asseoir le malade devant une table, de faire reposer le menton sur une plaque sensible placée au bord de celle-ci, de maintenir la tête renversée et la bouche ouverte au moyen de bouchons, puis d'envoyer verticalement ou avec une légère obliquité, à travers le maxillaire, les rayons du tube de Crookes placé au-dessus et en avant de la tête.

Pour l'étude des racines dentaires et des dents de remplacement incluses dans l'épaisseur des maxillaires, il faut procéder un peu différemment. On taillera une pellicule ayant la longueur de la courbe intérieure des arcades dentaires et une hauteur de 4 à 5 centimètres; on l'enveloppera comme précédemment, puis on la disposera de champ, son bord inférieur situé dans le sillon gingivo-lingual, son bord supérieur appuyant sur les bords surbaissés de la voûte palatine; la langue formant tampon en arrière la maintiendra en place. Suivant que les rayons arriveront par la ligne médiane ou par un des

côtés des maxillaires, on aura une vue nette des dents moyennes ou des dents latérales droites ou gauches et sur une moitié ou un tiers tout au plus de la pellicule l'image sera nette. Le mieux sera de prendre dans les mêmes conditions trois épreuves successives, une médiane et deux latérales ; on pourra ensuite, après développement et fixation, les raccorder plus ou moins, de façon à obtenir une vue d'ensemble.

Nous verrons ultérieurement comment, par l'emploi de l'endodiascopie, on a cherché à faciliter l'étude radiographique des maxillaires et des dents.

Certains sujets éprouvant parfois de la gêne à rester immobiles dans le décubitus latéral, et même dans le décubitus dorsal, la tête basse, il est préférable de les radiographier en position assise. Pour cela il est nécessaire de pouvoir obtenir, pendant tout le cours de l'opération, une immobilité parfaite de la tête du sujet et de la plaque sensible, sans qu'il soit besoin de recourir à un appareil trop compliqué.

Le *dressoir-appui* que nous avons imaginé et que nous allons décrire succinctement permet de réaliser ces desiderata ; il peut être utilisé pour la radiographie du cou, de l'épaule, de la poitrine et de l'abdomen, le malade étant assis.

L'appareil se compose de deux montants verticaux en bois fort, à section carrée, de 10 à 12 centimètres de diamètre et hauts de $1^{m},40$ environ. Ces deux montants reposent sur un pied lourd, en équerre disposée perpendiculairement à leur plan de réunion. Ils sont assemblés par une traverse horizontale inférieure fixe, située près du sol, et maintenant leur écartement à 60 centimètres environ. Entre ces deux montants un panneau en bois épais et lourd se déplace dans le sens vertical, en coulissant sur les montants au moyen de deux colliers carrés en fer qui encadrent chacun d'eux ; une vis traversant le côté externe de chaque collier vient presser un ressort constitué par une lame métallique et permet d'immobiliser le panneau à la hauteur voulue (fig. 125).

La plaque sensible entourée de papier noir, ou enfermée dans un châssis, est fixée à la face antérieure du panneau au moyen de crampons dont la tige taraudée traverse l'un des trous et est assujettie à la face postérieure du panneau avec un écrou à queue.

Le sujet est placé sur un siège entre les montants de telle façon que l'une des faces latérales de la tête, ou bien la face antérieure ou postérieure, suivant le cas, appuie en bonne position contre la plaque sensible. Lorsque l'on se propose de prendre une radiographie antéro-postérieure, le dos du sujet se trouve dans le prolongement du plan du panneau ; dans le cas d'examen postéro-antérieur, le patient fait face au panneau, ses jambes placées par-dessous entre les montants verticaux ; si les rayons doivent au contraire traverser la tête transversalement, l'épaule correspondant au côté du crâne appuyé sur la plaque sensible est passée sous le panneau.

Avec cet appareil, on peut donc déjà assurer l'immobilité de la plaque sensible et mettre facilement la tête en position convenable par rapport à elle. Reste à assurer la fixité de la tête pendant toute l'opération.

Pour cela le mieux est de recourir aux serre-tête, lesquels suivant les cas viendront prendre point d'appui sur le vertex, sous le menton, sur le front, la nuque, la région temporale ou faciale.

Ces serre-tête seront de deux variétés : à tampon ou à barre. Pour l'une et l'autre sorte il y aura une pièce similaire constituée par une tige ronde, en acier, de 1 centimètre de diamètre environ et de 40 à 50 centimètres de longueur. A l'une de ses extrémités, à une distance un peu supérieure à l'épaisseur du panneau de bois, la tige portera une bague de butée fixe qui permettra de l'immobiliser dans un des trous du panneau, en serrant sur la face opposée un écrou à queue. Ce bout de la tige sera par conséquent fileté, tandis que le restant sera lisse, de façon à permettre à un manchon, avec vis de fixation, de se déplacer suivant sa longueur et sa circonférence. Ce manchon porte sur l'un de ses côtés une pince articulée qui sert à fixer en posi-

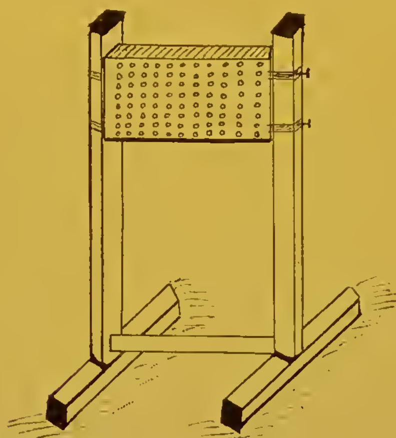


Fig. 125.

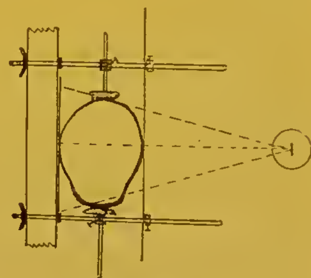


Fig. 126.

tion voulue la tige en bois à l'extrémité de laquelle se trouve un tampon en bois recouvert de peau de chamois (fig. 126). Ces tampons servent à encadrer la tête dans le plan parallèle à la plaque sensible ; dans une radiographie transversale par exemple, on en place un au contact du vertex, un sous le menton, un troisième contre le front et un quatrième vient appuyer sur la nuque.

Mais la tête ainsi fixée pourrait fuir en avant du plan d'appui constitué par le panneau. Pour prévenir ce dernier mouvement, il suffit d'appuyer transversalement sur la face libre de la tête une mince planchette évidée à son centre, ressemblant à l'instrument appelé *patience* que les troupiers emploient pour astiquer leurs boutons. Cette planchette glissera sur deux tiges d'acier fixées dans le panneau du dressoir-appui et sera fixée contre la tête au moyen de deux bagues de butée mobiles ; ce sera le serre-tête à barre (fig. 126).

Ces mêmes moyens d'immobilisation trouveront leur emploi pour fixer le tronc ou le bassin, lorsque l'on voudra radiographier le sujet en position verticale, ou pour prendre une radiographie transversale de la cuisse, du genou, de la jambe ou du pied, le membre étant appliqué sur la plaque par sa face externe ou interne, selon les besoins.

Si l'on possède l'installation radioscopique que nous décrirons plus tard, dans laquelle l'écran fluorescent est disposé dans un cadre en bois montant ou descendant à volonté dans une baie percée dans la cloison de séparation de deux pièces du laboratoire, il suffit tout simplement de remplacer l'écran fluorescent par le panneau en bois percé de trous, sur lequel on fixera les différents serre-tête que nous avons indiqués, pour obtenir le dressoir-appui nécessaire.

On voit, par conséquent, qu'avec un nombre relativement restreint d'appareils très simples, faciles à construire et peu coûteux, on pourra donner au sujet et aux différentes parties du corps à radiographier toutes les positions voulues, et obtenir au moyen de ceintures, bandes, boîtes diverses, etc..., une immobilité suffisante de la région à examiner.

§ 4. — De la position de l'ampoule par rapport a la plaque sensible et a la partie a radiographier

Le tube de Crookes constituant une source de lumière dont les rayons vont aller impressionner la plaque sensible, après avoir rencontré ou non sur leur trajet le segment du corps interposé, nous devons tout d'abord faire une digression dans le domaine de l'optique et rappeler les principales notions ayant trait à la question.

La radiographie et la radioscopie étant basées sur l'étude des ombres portées, par les différents tissus du corps, sur les rétines artificielles dont nous avons parlé précédemment, lorsque lesdits tissus se trouvent interposés sur le trajet des rayons de Roentgen, nous devons posséder, pour opérer dans de bonnes conditions, certaines notions précises sur les ombres étudiées au point de vue physique et sur la transparence des corps aux rayons de Roentgen.

a. *Propagation rectiligne des rayons lumineux.* — En plaçant devant une source lumineuse plusieurs écrans percés d'une petite ouverture, on reconnaît que ce n'est que lorsque les ouvertures sont situées sur la ligne droite qui joint l'œil à la source que l'on peut voir celle-ci.

On en conclut que la lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et l'on donne le nom de *rayons lumineux* à la ligne droite que suit la lumière pour aller d'un point à un autre.

Les rayons de Roentgen qui ne sont qu'une variété de lumière se comportent de la même façon.

b. *Ombres.* — Si nous plaçons, à quelque distance d'un point lumineux de dimensions très petites, un écran opaque, un os par exemple, il interceptera tous les rayons lumineux qui le rencontreront. Si nous joignons le point lumineux à la périphérie de l'os par des lignes tangentes à tout le pourtour de celui-ci, et que nous prolongions ces lignes jusqu'à un tableau blanc placé à une certaine distance en arrière, nous constatons que toute la surface du tableau qui se trouve circonscrite par les lignes précédentes

est obscure, est dans l'*ombre*, tandis que le reste du tableau est éclairé. C'est là le principe de la radiographie et de la radioscopie.

c. *Diffraction.* — En réalité la ligne de séparation de l'ombre et de la lumière n'est relativement nette que lorsque le tableau est très rapproché du corps opaque, la source lumineuse restant toujours très petite. Au contraire plus on éloigne le tableau du corps opaque, plus la ligne de séparation entre l'ombre et la lumière devient floue, indécise. Cela est dû à la production de rayons diffractés qui amènent la formation de bandes lumineuses et de bandes obscures très peu larges, les premières empiétant sur les bords de l'ombre et les secondes sur les bords voisins du champ lumineux. L'ensembles de ces bandes est connu sous le nom de *franges de diffraction.*

Nous trouvons une application de ce fait physique lorsque nous radiographons par exemple un fémur entouré de parties molles très épaisses qui font que l'os formant écran se trouve relativement assez distant de la plaque sensible représentant le tableau de projection.

d. *Formation des ombres.* — Considérons toujours le point lumineux précédent et un os de forme sphérique, par exemple, placé devant lui. Tous les points de l'espace qui se trouveront en arrière de la sphère dans la région circonscrite par une ligne droite partant de la source et tournant tangentiellement autour de la sphère seront dans l'ombre. En faisant tourner la ligne droite on a construit un cône tangent à la sphère opaque et dont le sommet est à la source lumineuse, c'est le *cône d'ombre ;* la portion de la sphère située derrière le cercle de tangence n'est pas éclairée et constitue l'*ombre propre de la sphère.* Un tableau blanc placé dans le prolongement du cône d'ombre, derrière la sphère, produira une intersection de ce cône et donnera l'*ombre portée de la sphère.* Pour que l'ombre portée par la sphère ait une forme circulaire, il faut que le tableau soit perpendiculaire à l'axe du cône d'ombre; si on lui donne une orientation différente, l'ombre portée pourra prendre une forme elliptique, parabolique ou hyperbolique suivant les cas. Il en serait de même si, au lieu d'être sphérique, le corps opaque était un ellipsoïde, ou un corps de forme géométrique plus ou moins irrégulière.

Ce dernier point est d'un grand intérêt pour le radiographe qui devra orienter convenablement l'écran ou la plaque sensible, s'il veut obtenir une image non déformée de l'opaque examiné avec les rayons de Roentgen.

En effet, si dans cette expérience le tableau blanc est remplacé par une plaque sensible et que l'on opère dans une chambre obscure, la surface de la plaque noircira au développement, sauf dans la région de l'ombre portée par le corps opaque. On obtiendra ainsi une sorte de silhouette blanche sur fond noir du corps opaque.

e. *Pénombre.* — Le foyer d'émission des rayons de Roentgen sur le miroir anticathodique du tube de Crookes ne constituant pas en réalité un foyer lumineux en forme de point restreint, comme nous l'avons admis pour les explications précédentes, mais ayant une étendue appréciable quoique assez

limitée pour les bons tubes, l'ombre portée du corps opaque sera toujours entourée d'une pénombre de forme et d'étendue variées.

La forme du cône de pénombre, comme celle du cône d'ombre, dépend de la forme de la source lumineuse et de celle du corps opaque. Si tous les deux sont sphériques, l'ombre et la pénombre portées se traduiront sur le tableau blanc sous la forme de deux cercles concentriques, celui de pénombre extérieur à celui d'ombre. Dans la région comprise entre les deux cercles, la pénombre diminuera progressivement d'opacité en allant vers le cercle extérieur où elle se confondra plus ou moins brusquement avec les parties en plein éclairage. On délimite le cône d'ombre en traçant le cône tangent commun extérieur aux deux sphères ; le cône tangent intérieur aux deux sphères donne par contre le cône de pénombre.

L'étendue de la pénombre est d'autant plus faible que l'écran est plus rapproché du corps opaque ; pour cette situation, elle se réduit également d'autant plus que la source lumineuse est plus éloignée du corps opaque.

Ce sont là deux données qui trouvent journellement leur application dans la pratique de la radiographie et de la radioscopie.

f. *Dimensions de l'ombre portée.* — La grandeur de l'ombre portée dépend des dimensions relatives de la source lumineuse et du corps opaque. Si ce dernier est très petit, une aiguille, par exemple, placée en telle situation dans les tissus qu'elle se trouve à une certaine distance de la surface cutanée au contact de laquelle on applique la plaque sensible, il pourra se faire que l'ombre portée de l'aiguille n'atteigne pas la plaque sensible, sur laquelle la pénombre peu nette et très étendue laissera à peine une trace distincte. La présence du corps étranger pourra ainsi échapper à l'observateur. La figure 127 traduit le phénomène aux yeux : S représente la source lumineuse, A l'aiguille opaque, O le sommet du cône d'ombre et P la plaque sensible avec la pénombre portée. Plus on éloignera la source lumineuse, plus la pénombre portée se rétrécira et augmentera d'intensité, ce à quoi nous devons viser dans les limites du possible. En effet, lorsque la lumière employée est formée par les rayons de Roentgen, on ne peut pas trop éloigner la source, sans quoi les rayons obtenus seraient insuffisamment pénétrants pour traverser les parties molles, et l'on n'obtiendrait que l'ombre et la pénombre de l'ensemble du membre, sans que l'on puisse apprécier l'opacité différente des parties intérieures.

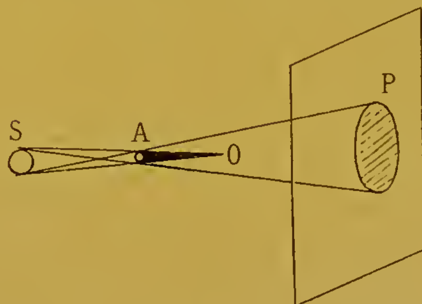


Fig. 127.

g. *Conditions de netteté des ombres.* — Si l'on veut juger de la forme et des positions relatives de plusieurs objets, en examinant leurs ombres portées, il faut tenter de réduire la pénombre au minimum. Pour cela il est nécessaire d'employer des tubes dont le point d'émission des rayons présente

des dimensions restreintes, placer la plaque sensible aussi près que possible du corps opaque dont on veut avoir l'ombre, et au contraire éloigner l'ampoule de l'objet, au maximum compatible avec la pénétrabilité des rayons de Roengten.

h. *Projections centrales ou coniques et projections orthogonales.* — Une source lumineuse qui a une étendue appréciable, quoique restreinte, comme celle que constitue le tube de Crookes, placée à une distance finie et relativement peu éloignée, comme on peut le faire avec les rayons de Roentgen pour qu'ils conservent une certaine pénétrabilité, émet des rayons qui vont en divergeant et donne une *projection conique* de l'ombre de l'objet interposé sur le trajet de ses rayons.

Supposons au contraire que nous utilisions un faisceau de rayons parallèles provenant d'une source placée à l'infini, dans ce cas nous aurons une ombre à contours nets, sans pénombre, et cette ombre reproduira exactement la forme et les dimensions de l'objet, sur une plaque orientée perpendiculairement à la direction des rayons et placée à n'importe quelle distance de l'objet ; nous obtiendrons ainsi une *projection orthogonale.*

On a tenté de se rapprocher de ce désideratum en utilisant seulement les rayons centraux du faisceau de Roentgen, lesquels ont une direction qui se rapproche du parallélisme, et en éliminant les rayons périphériques dont l'obliquité est d'autant plus grande qu'ils sont plus extérieurs par rapport au cône. Il suffit pour cela de placer entre le tube de Crookes et l'objet, perpendiculairement à la direction des rayons de Roentgen, une plaque de plomb percée d'un trou relativement petit. On dispose la plaque de façon à ce que le trou corresponde au faisceau de rayons centraux.

Ce mode de faire est excellent en principe, mais pratiquement il laisse à désirer, car on ne peut plus éclairer ainsi que des surfaces très restreintes, et les ombres portées ne permettent d'étudier à la fois qu'une étendue très faible ; il est vrai qu'elles gagnent beaucoup en netteté et en précision, mais toute vue d'ensemble est impossible.

On pourrait cependant à cet égard faire en radiographie et en radioscopie ce qui est de pratique courante en ophtalmoscopie où l'on commence par prendre une vue d'ensemble du fond de l'œil à l'image renversée, puis l'on étudie avec plus de précision un point particulier à l'image droite. De même on prendrait, avec les rayons de Roentgen, une vue d'ensemble de la région à explorer, au moyen d'une projection conique, sur laquelle le point important serait repéré et étudié en projection sensiblement orthogonale.

Williams conseille d'employer dans ce but un diaphragme en plomb percé d'ouvertures de différents diamètres. Ce diaphragme se fixe sur la paroi de la boîte porte-tube qui présente une fenêtre pour le passage du cône de rayons à diriger sur le sujet. En faisant passer devant cette fenêtre, par un mouvement de glissement ou de rotation du diaphragme, les trous que porte ce dernier, on diminue à volonté la section du cône de rayons

émis au dehors, et grâce à un dispositif spécial le cône se rétrécit concentriquement à son axe.

Béclère arrive au même résultat par l'emploi de son diaphragme-iris.

i. *Ombres stéréoscopiques.* — Un objet opaque étant placé entre deux sources de lumière peu étendues, et une plaque sensible ou un écran fluorescent, si les cônes d'ombres correspondant à chaque source de lumière n'ont aucune partie commune, il n'y a pas de pénombre, mais formation de deux ombres portées isolées. En examinant au stéréoscope ces deux ombres obtenues dans des conditions déterminées dont nous aurons à nous occuper, on perçoit une sensation du relief de l'objet opaque (fig. 128).

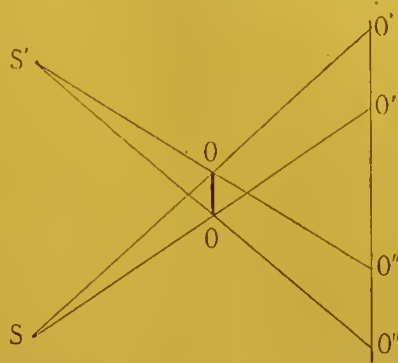


Fig. 128.

§ 5. — Transparence des corps aux rayons de Roentgen

L'énergie radiante représentée par les rayons de Roentgen peut ne s'affaiblir qu'en partie, en traversant certains corps, ce que l'on exprime en disant qu'elle est absorbée en plus ou moins grande quantité.

Si l'absorption est très faible, l'interposition du corps considéré ne diminuera que d'une quantité insignifiante l'action des rayons sur l'écran fluorescent ou la plaque sensible ; c'est ce qui se produit avec les lames de carton minces ou les feuilles d'aluminium de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur qui sont dites *transparentes* pour ces radiations. Si au contraire l'absorption est complète, comme le fait a lieu avec une lame de plomb épaisse, aucune radiation ne passe, et le corps forme une ombre intense sur l'écran ou la plaque sensible ; le corps est alors dit *opaque*. Entre la transparence complète et l'opacité totale, on trouve toute la gamme intermédiaire. On peut obtenir cette gamme, soit en prenant des épaisseurs plus considérables des corps transparents, soit au contraire une épaisseur très faible des corps opaques ; ou bien en s'adressant à divers corps de nature différente ; ou encore en utilisant des rayons doués d'un pouvoir de pénétration variable, suivant qu'ils sont fournis par un tube plus ou moins dur ou plus ou moins mou. Toutes ces données présentent des applications quotidiennes en radiographie.

Les tissus qui entrent dans la constitution du corps humain peuvent se diviser en trois groupes principaux : tissus élastiques, tissus aqueux, tissus durs.

Les *tissus élastiques* se laissent facilement traverser, à condition qu'ils ne soient pas en épaisseur trop considérable ; on peut même parfois établir une différentiation entre eux, suivant leur consistence : le tissu fibreux par exemple est plus opaque que le tissu graisseux.

Les *tissus aqueux* absorbent d'autant plus les rayons de Roentgen qu'ils sont plus riches en eau et se présentent sous une plus forte épaisseur ; les muscles se laissent assez facilement traverser, le cerveau également, tandis que le cœur, le foie sont opaques.

C'est en se basant sur ce principe que certains opérateurs ont conseillé de produire l'ischémie artificielle des membres, au moyen de la bande d'Esmarch, avant d'en pratiquer la radiographie.

Les *tissus durs*, cartilagineux et osseux, absorbent d'autant plus les rayons de Roentgen que leur structure est plus dense, et leur richesse en sels calcaires plus grande ; c'est ainsi que les os spongieux sont plus perméables que les diaphyses et les os atteints d'ostéite raréfiante ou d'ostéoporose, plus transparents que les os normaux ou éburnés.

L'*air* qui remplit certaines cavités est très transparent : c'est ce qui fait que les poumons, l'estomac ou l'intestin dilatés par des gaz, se laissent facilement traverser.

Les *corps étrangers minéraux*, calculs de la vessie ou du rein, ont une transparence en rapport avec leur constitution chimique : nous y reviendrons plus tard.

Les éclats de verre présentent une opacité relative. Les corps métalliques et surtout les balles en plomb sont très opaques.

Les *substances chimiques employées comme agents de pansement* offrent une opacité variable. L'iodoforme, le sous-nitrate de bismuth, l'oxyde de zinc sont à signaler pour leur grande opacité.

Darcourt qui a étudié l'opacité aux rayons X des poudres antiseptiques les plus communément employées, résume son travail[1] par les conclusions suivantes :

1° Sont opaques aux rayons X les corps composés renfermant un corps simple à poids atomique élevé ;

2° Le degré d'opacité est d'autant plus grand que le corps a un poids atomique plus élevé ;

3° Pour des composés renfermant un même corps simple à poids atomique élevé, mais dans des proportions différentes, l'opacité est en raison directe du pourcentage de ce corps simple.

Les *matériaux entrant dans la composition des appareils à immobilisation d'usage courant*, offrent une opacité en rapport avec leur nature et l'épaisseur sous laquelle ils se présentent. La gaze, le coton hydrophile et ordinaire, les compresses en toile, les bandes, les attelles en carton, en feutre, en bois, se laissent facilement traverser ; le plâtre possède une opacité relative, beaucoup plus grande lorsqu'il est humide que sec ; le silicate de potasse est facilement perméable : le zinc laminé qui sert à confectionner les gouttières de Raoult-Deslongchamps et de Delorme ne constitue pas un obstacle absolu à la radiographie des fractures, bien que les rayons le traversent beaucoup plus difficilement que le plâtre ; les gouttières

[1] *Marseille médical*, juin 1902.

et appareils en toile métallique n'empêchent pas non plus de reconnaître la situation des fragments dans un foyer de fracture.

§ 6. — Champ d'éclairement de l'ampoule

Le champ d'éclairement d'une ampoule varie suivant le type de celle-ci, et suivant sa construction plus ou moins parfaite.

Un tube focus émet des rayons partant du point d'impact du faisceau de Crookes sur le miroir-cible anticathodique et ces rayons se répandent dans toutes les directions, dans l'espace délimité par un plan tangent à la face antérieure du miroir; ces rayons vont en divergeant, traversant toute la moitié de la sphère vitrée, et le miroir d'aluminium cathodique lui-même. Sur la figure 129 nous avons représenté par des traits pointillés le faisceau de rayons de Crookes et par des traits pleins le champ de rayons de Roentgen.

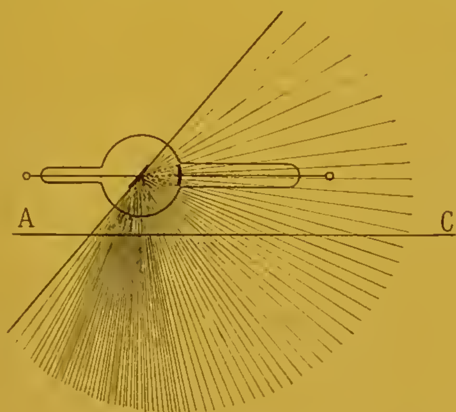


Fig. 129.

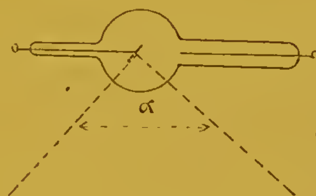


Fig. 130.

Toutefois la densité des rayons est loin d'être la même dans les différentes parties de ce champ. Les rayons particulièrement actifs se trouvent compris dans un angle limité, dans le sens de l'axe longitudinal du tube, par une ligne prolongeant en bas le plan du miroir et une autre ligne sensiblement perpendiculaire au milieu du plan du miroir. L'angle ainsi délimité, est l'angle d'action des rayons fournis par le tube ; on le désigne sous le nom d'angle α (fig. 130).

Cet angle peut se déterminer empiriquement en faisant fonctionner l'ampoule à quelques centimètres d'une plaque sensible de grand format et en posant un temps suffisant pour obtenir une impression. Suivant le type d'ampoule, on constatera sur la plaque développée une zone influencée, de forme et d'étendue variable.

On peut opérer plus rapidement et plus économiquement, en remplaçant la plaque sensible par l'écran fluorescent. La figure 131 montre les différentes parties du champ d'éclairement obtenu avec un tube Chabaud disposé horizontalement et à quelques centimètres en avant d'un écran fluorescent. L'écran coupe suivant la ligne AC (fig. 129) le trajet des rayons émis par le tube, dans l'intervalle de l'angle α.

La figure 131 représente les dimensions exactes, décalquées sur l'écran,

de la section du cône d'éclairage intense B, entouré par une zone moins brillante D, indiquée par les lignes radiées périphériques au cercle B. La ligne XZ marque la séparation nette de la zone d'ombre O et de la zone d'éclairage diffus D.

Buguet a montré que l'étendue transversale du champ d'éclairement est plus grande que son étendue suivant le plan axial du tube ; il en résulte que lorsque l'on veut prendre la radiographie d'un membre, il faut toujours avoir soin de placer le grand axe du tube perpendiculaire à celui du membre.

Si les rayons périphériques du champ situés en dehors de l'angle α n'ont par d'action utile, ils sont par contre nuisibles dans une certaine mesure ; de leur choc contre les corps qu'ils rencontrent, les molécules de l'air par

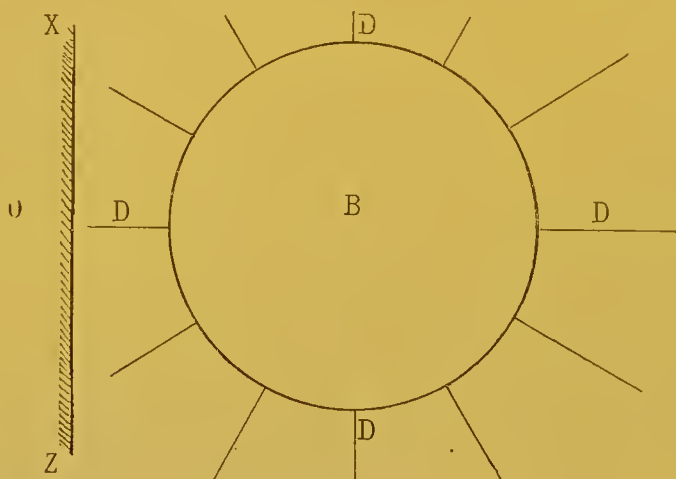


Fig. 131.

exemple, naissent des rayons secondaires de Sagnac qui peuvent aller agir sur la plaque sensible et voiler l'image.

Différents moyens ont été proposés pour empêcher cette action nocive : les uns ont conseillé d'entourer avec des lames de plomb la partie à radiographier, en les disposant comme nous l'avons indiqué précédemment ; d'autres à la suite de Walter et d'Albers-Schoenberg ont employé des boîtes à parois de plomb ou autre métal imperméable, pour faire cheminer depuis l'anticathode jusqu'à la plaque sensible, dans une sorte de tunnel, les rayons circonscrits par l'angle α, les autres se répandant librement dans l'atmosphère.

Le *radiocondenseur* de Radiguet et Guichard est basé sur ce dernier principe ; il est constitué par une pyramide quadrangulaire, à parois métalliques, à sommet tronqué, au niveau duquel se place l'ampoule, présentant à sa base des échancrures creusées dans deux des parois correspondantes, de façon à ce que la boîte puisse être mise à cheval sur la partie du corps à radiographier. D'autres enfin, tels que Rollins et Williams [1] en Amérique, enferment le tube de Crookes dans une boîte en bois enduite à son intérieur

[1] *The Roentgen Rays in medicine and surgery*, New-York. 1902.

de plusieurs couches de céruse qui arrêtent les rayons X venant les frapper, ne laissant sortir au dehors qu'une partie des rayons compris dans l'angle α, à travers une ouverture pratiquée dans la paroi correspondante de la boîte.

Chabaud a construit une ampoule dont la paroi est formée par deux sortes de verre : l'un est exempt de plomb, l'autre en contient. Le premier, en forme de petit segment circulaire est enchâssé dans l'autre, comme la cornée dans la sclérotique et placé en regard de l'anticathode ; il est seul perméable aux rayons de Roentgen.

La plupart de ces dispositifs constituent une complication dans la technique et l'instrumentation et leur emploi est loin de nous sembler indispensable pour obtenir de bonnes radiographies dans la généralité des cas.

§ 7. — Position a donner au miroir anticathodique de l'ampoule

D'après ce que nous venons de voir, il faut toujours disposer l'ampoule de façon à ce que la ligne réunissant les électrodes soit perpendiculaire au plus grand diamètre de la partie à radiographier.

En outre, puisque la zone d'éclairement se trouve sous-jacente au miroir anticathodique, il faudra diriger la face inférieure du miroir vers l'objet à étudier. D'autre part les rayons voisins de la bissectrice de l'angle α, étant les moins obliques, pour ne pas dire parrallèles, il y aura lieu, pour obtenir une ombre se rapprochant de celles fournies par les projections orthogonales, de faire coïncider la bissectrice de l'angle α avec le centre de la lésion que l'on veut plus particulièrement examiner. S'il s'agit, je suppose d'un foyer de fracture, la bissectrice devra passer par le centre présumé de la solution de *continuité osseuse*.

§ 8. — Du choix des incidences

Ici doit être envisagée la question de la réglementation uniforme des incidences, étudiée par Guilleminot. L'auteur, dans une brochure spéciale éditée par Radiguet, propose de définir la position du sujet, la position de la plaque photographique et la position du tube de Crookes, au moyen d'une formule simple et toujours la même qui permettra de reprendre, après un temps quelconque, une radiographie identique à la première, et de pouvoir interpréter exactement les radiographies faites par différents opérateurs.

Sans vouloir critiquer le procédé géométrique conseillé par Guilleminot, nous pensons que les formules arithmétiques qu'il emploie pour traduire ses opérations, sont choses un peu trop abstraites pour la pratique chirurgicale, et que l'on peut faire plus simplement et tout aussi exactement, en se servant du langage anatomique qui nous est plus familier et dit davantage à notre esprit.

La façon dont nous procédons est la suivante : la partie à examiner étant disposée comme nous l'avons indiqué précédemment, nous plaçons l'am-

poule de telle sorte que les rayons de Roentgen circonscrits par l'angle α, traversent le corps suivant le plan frontal ou le plan sagittal, la face antérieure ou postérieure, interne ou externe du segment examiné reposant sur l'écran ou sur la plaque sensible, tandis que les rayons pénètrent par le côté opposé. Nous notons sur notre registre d'observations le sens suivant lequel le membre a été traversé par les rayons. Faisant généralement coïncider le point d'incidence avec l'une des extrémités des deux diamètres principaux des membres, de la tête ou du tronc, ces diamètres passant par le plan frontal et le plan sagittal, il est inutile de le noter par un chiffre représentant une mensuration faite sur la ligne des abscisses. Pour indiquer le point de la hauteur du membre, de la tête ou du tronc, correspondant au point d'incidence suivant la ligne des ordonnées, nous n'avons pas non plus recours à un chiffre, faisant toujours arriver les rayons au centre de la lésion présumée cliniquement ou de l'interligne articulaire déterminé anatomiquement.

Lorsqu'il n'y a pas de lésion cliniquement appréciable, nous notons l'incidence en utilisant les repères anatomiques, par exemple : point d'incidence à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur de la jambe, au niveau de la partie moyenne du deuxième métatarsien, au niveau du milieu du bord interne ou externe du pied, etc... S'il y a lieu de repérer un corps étranger ou un point notable quelconque, une plus grande précision est de rigueur ; nous indiquons alors la distance du point de chute par rapport à l'axe du corps ou du membre, par rapport à une saillie osseuse, ou à une ligne transversale passant par deux points osseux symétriques, etc...

Nous utilisons autrement dit, les ordonnées et les abscisses variables employées journellement en clinique et en médecine opératoire. Le point d'incidence, disons-nous, est à telle distance en hauteur et en largeur de tel ou tel point, ou de deux ou plusieurs points anatomiques.

Le rayon incident médian devant généralement être perpendiculaire au plan d'appui supportant la partie à radiographier et la plaque sensible, avoir autrement dit une incidence normale, voyons comment nous pourrons déterminer sa direction.

Il faut tout d'abord placer le tube en bonne position sur son support, de telle façon que les deux électrodes soient sur une ligne horizontale et que l'arête de l'angle dièdre formé par le plan du miroir et l'horizon soit également horizontale. Avec les tubes fixés sur un support ordinaire, on règle approximativement leur position, à l'œil, en se plaçant successivement dans leur prolongement et sur l'un de leurs côtés. Si le tube est fixé à demeure dans une boîte, de la manière que préconise Williams, il suffit, pour le mettre en position correcte, de consulter un niveau à liquide, avec bulle d'air centrale, que l'on place sur la paroi supérieure de la caisse.

Le grand axe du tube étant disposé perpendiculairement au grand axe de la partie à radiographier, il faut maintenant amener le rayon incident médian en coïncidence avec le point cutané choisi.

Le procédé le plus simple est celui du fil à plomb ; il est d'une exactitude approximative, mais suffisante pour les opérations de radiographie géné-

rale. Le fil à plomb étant placé contre la paroi inférieure de l'ampoule, en concordance avec une ligne horizontale passant par le point d'impact sur le miroir anticathodique, nous repérons tout d'abord le point d'incidence suivant la largeur du membre ; pour le repérage en longueur, nous plaçons ensuite le fil parallèlement à la ligne des électrodes, toujours au-dessous de l'ampoule.

Si le tube est enfermé dans la boîte de Williams, comme il est centré d'une façon définitive par rapport à l'orifice percé sur la paroi correspondante de la boîte, il suffit de faire passer le fil à plomb dans un trou situé au centre de croisement de deux lames métalliques soudées entre elles à angle droit, et de mettre chaque branche de la croix en coïncidence avec quatre traits marqués sur les bords de l'orifice et représentant les extrémités des deux diamètres perpendiculaires entre eux dont le centre de croisement concorde avec le point d'émission du faisceau de rayons de Roentgen.

En cas d'incidence oblique ou horizontale, le procédé du fil à plomb n'est plus applicable. Nous nous servons dans ces cas d'une règle ordinaire que nous plaçons aussi exactement que possible dans le prolongement du point d'impact sur le miroir et perpendiculairement à une ligne passant par les électrodes occupant l'axe du tube.

Si l'on emploie la boîte de Williams, le procédé retrouve sa précision ; on visse dans le trou correspondant au point de croisement des deux branches de la croix une tige métallique qui leur est exactement perpendiculaire et il suffit d'amener l'extrémité de cette tige vis-à-vis le point d'incidence choisi sur la peau.

Il est utile de pouvoir noter d'une façon approximative l'angle que forme le rayon incident oblique avec la normale. On y arrive à peu près en fixant, sur le crochet de la cathode extérieur au tube, deux fils dont l'un se confond avec la normale, tandis que l'autre suit le trajet du rayon incident oblique ; l'angle qu'ils délimitent est mesuré avec le rapporteur.

Lorsqu'on emploiera une incidence oblique pour exécuter une radiographie, ce qui est rarement nécessaire, il faudra mentionner : le point d'incidence du rayon oblique sur le corps, l'angle d'inclinaison ou de déclinaison de l'ampoule et la distance oblique séparant le point d'incidence du centre du miroir du tube de Crookes.

Cette méthode laisse évidemment à désirer, et si l'on voulait de la précision il faudrait recourir à l'emploi du *radiogoniomètre* de Guilleminot. Mais somme toute, que demandons-nous généralement à la radiographie? De suppléer nos yeux dans la perception de certains organes profonds qui leur sont cachés. Or, si nos yeux pouvaient voir à travers les chairs pendant l'examen clinique, et qu'il soit nécessaire dans certains cas de prendre une vue oblique de telle ou telle partie du squelette, nous nous contenterions de dire : en regardant tel os obliquement, en se plaçant à 30° ou 45°, par exemple, au-dessus ou au-dessous du plan horizontal, à droite ou à gauche du plan sagittal, et à telle distance, il se présente sous tel ou tel aspect;

nous ne nous amuserions pas à mesurer exactement l'angle sous lequel nous le regardons, et nous nous contenterions d'une approximation à quelques degrés près.

Il est par conséquent inutile à notre avis, de compliquer outre mesure les pratiques de la radiographie courante ; pour rester clinique, elle doit être simple.

§ 9. — Distance de l'ampoule a la plaque sensible

La distance de l'ampoule à la plaque sensible doit varier suivant la puissance des rayons fournis par l'appareil employé, et suivant l'épaisseur et la structure de la partie considérée. Il ne faut pas nuire au patient et le fatiguer par des poses trop longues, et d'autre part on doit chercher à obtenir une image aussi exacte et aussi détaillée que possible. Dans aucun cas il ne faut rapprocher le tube à plus de 10 ou 15 centimètres de la peau du sujet, pour éviter les étincelles de dérivation si le tube est dur, et prévenir le développement des brûlures radiographiques avec les tubes mous. Plus le tube est éloigné, plus la pose doit être longue, car on sait que les rayons de Roentgen sont soumis à la même loi que la lumière ordinaire, et ont une intensité inversement proportionnelle au carré de la distance de la source qui les produit.

La distance de l'ampoule doit être suffisante pour éviter la production d'une ombre de dimensions beaucoup plus grandes que l'objet réel et prévenir la formation du cône de pénombre ; mais elle ne doit pas être trop grande, sans quoi les rayons n'auraient pas une pénétrabilité suffisante, et même en augmentant notablement la durée du temps de pose, on n'obtiendrait pas des contrastes suffisants entre les teintes des ombres portées par des tissus d'opacité inégale.

On peut admettre, qu'avec une distance de 90 centimètres à 1 mètre, un objet de dimensions moyennes est représenté sensiblement avec sa grandeur réelle sur la plaque sensible.

En règle générale l'ampoule devra être d'autant plus éloignée que l'opaque dont on veut examiner l'ombre portée se trouvera plus distant de la plaque sensible. Si l'on veut par exemple obtenir une image nette du fémur d'une cuisse reposant sur la plaque photographique par sa face postérieure, la couche de parties molles épaisses qui sépare l'os de la plaque nécessitera un plus grand éloignement de l'ampoule que s'il s'agit d'enregistrer l'ombre portée par le tibia, lorsque la face interne de la jambe est au contact de la plaque.

Il faut en outre tenir compte des dimensions en longueur et en largeur de la région que l'on veut explorer; plus la surface sera grande, plus il faudra éloigner l'ampoule, pour éviter les déformations et être sûr que toute son étendue sera comprise dans le champ d'éclairement qui s'étale en cône de plus en plus large, au fur à mesure de l'éloignement de l'ampoule.

Les distances moyennes que nous adoptons journellement pour l'examen des différentes parties du corps sont les suivantes :

Avant-pied, main, poignet et avant-bras	40	centimètres.
Coude, bras, arrière-pied, jambe	50	—
Genou, cuisse, épaule, cou, tête	60	—
Bassin, hanche, abdomen, thorax	70	—

Ces distances doivent être augmentées de 10 centimètres environ, si l'on veut radiographier simultanément deux parties similaires de deux membres, les deux mains, les deux pieds, les deux jambes, etc..., ou deux segments d'un même membre, le pied et la jambe, la main et l'avant-bras, etc...

Nous reviendrons encore sur ces distances d'ampoule, quand nous parlerons des dimensions des plaques à employer suivant les régions.

§ 10. — Détermination de la durée de la pose

De même qu'en photographie ordinaire, il est difficile en radiographie de prévoir exactement la durée du temps de la pose nécessaire pour obtenir un bon résultat. L'expérience journalière sera le meilleur guide à ce sujet.

Cependant il ne nous semble pas inutile de fournir quelques indications générales, et d'appeler l'attention de l'opérateur sur les principaux facteurs qui peuvent influer sur la durée du temps de la pose. La plupart nous sont déjà connus, mais il y aura avantage à les grouper dans une étude d'ensemble.

1° **Épaisseur et structure de la partie à traverser.** — Les considérations que nous avons exposées précédemment, à propos de la transparence des corps aux rayons de Roentgen, nous semblent suffisantes pour nous permettre de ne pas insister à nouveau sur ce point.

Bornons-nous seulement à faire remarquer que, si l'on veut tout simplement obtenir le contour de l'ombre portée par un os situé au milieu de parties molles plus ou moins épaisses, il faudra poser moins longtemps et employer des rayons moins pénétrants que si l'on désire traverser l'os, étudier sa structure architechtonique, voir les traits de fracture sans déplacement des fragments, ou déceler des foyers pathologiques, tuberculeux ou autres qui se trouveraient inclus dans son intérieur.

Si l'on veut radiographier des parties d'inégale épaisseur, par exemple la main et le poignet, l'avant-pied et l'arrière-pied simultanément, il faudra, pour avoir une intensité égale de l'image sur la plaque, que les rayons agissent sur chaque segment de membre proportionnellement à son épaisseur. Pour arriver à ce résultat, on peut faire placer et agiter transversalement, au-dessus de la partie la moins épaisse, une lame de plomb qui arrête les rayons pendant une partie du temps de pose.

2° **Distance de l'ampoule.** — Nous savons également que, plus l'ampoule

sera éloignée de l'objet, moins les rayons seront pénétrants et plus il faudra allonger la pose.

Si par suite de certaines circonstances, indocilité, fatigue ou souffrance du malade, on est obligé de faire vite, on rapprochera l'ampoule au maximum possible, et la pose pourra ne durer que la moitié ou les deux tiers du temps normal.

3° **Nature de la plaque sensible.** — Avec l'emploi des plaques photographiques ordinaires, la durée d'exposition devra être un peu plus longue qu'avec les plaques spéciales dites radiographiques. Nous avons déjà insisté sur ce point.

Nous avons également indiqué que l'emploi des écrans renforçateurs permet de diminuer grandement la durée du temps de pose ; toutefois comme ils ont l'inconvénient de rendre l'image moins nette, il ne faudra s'en servir que dans les cas où la rapidité s'impose avant tout.

4° **Degré de pénétrabilité et densité des rayons utilisés.** — Suivant la puissance de la bobine et l'intensité du courant primaire, suivant la fréquence des interruptions produites sur ce courant, suivant la nature, les dimensions de l'ampoule et son état de vide, les rayons de Roentgen obtenus auront une densité et une pénétrabilité différentes.

La puissance d'une bobine s'apprécie d'après la longueur et surtout les qualités de l'étincelle qu'elle fournit, avec des régimes d'alimentation variables. Une bobine de 50 centimètres d'étincelle fonctionnant avec une alimentation réduite, donnera toujours des résultats supérieurs à ceux que l'on obtiendrait avec une bobine de 25 ou 30 centimètres, par exemple, recevant le courant d'alimentation maximum qu'elle peut supporter.

D'autre part quelle que soit la bobine, le courant secondaire qu'elle fournira sera d'une énergie d'autant plus grande que le nombre d'ampères circulant pendant l'unité de temps dans le primaire sera plus élevé. Ici doit se placer une remarque faite par plusieurs opérateurs et dont nous avons pu maintes fois contrôler l'exactitude. Lorsque l'on marche sur des accumulateurs, le courant secondaire fourni par la bobine aura des qualités bien supérieures, si les éléments viennent d'être rechargés ; s'ils ont déjà fonctionné un certain temps et que le voltage commence à baisser, l'effet obtenu sera moins bon, alors même que dans l'un et l'autre cas l'ampèremètre indique le passage du même chiffre d'ampères. C'est là un fait de pratique dont il faut toujours tenir compte, et qui n'est pas à l'avantage des accumulateurs que l'on est pour cette raison obligé de recharger assez souvent, alors même que leur voltage est encore théoriquement suffisant. La fréquence et surtout la netteté des interruptions produites dans le courant primaire jouent un rôle capital dans la circonstance, et c'est pourquoi toute l'attention des constructeurs s'est principalement portée dans ces derniers temps, sur les moyens de perfectionner les interrupteurs automatiques en usage. Des procédés de réglage divers permettent, avec les différents modèles, de faire varier, dans une

limite plus ou moins grande, la fréquence des interruptions, mais il n'est pas toujours facile, surtout avec les interrupteurs à mercure de les obtenir nettes et régulières ; bien souvent, surtout avec des vitesses un peu grandes, ces appareils donnent des interruptions qui chevauchent l'une sur l'autre ou avortent. Aussi, à ce point de vue, les interrupteurs rotatifs avec segments métalliques et balais conducteurs, tels que ceux de Gaiffe et d'Edison, méritent-ils la préférence. En supposant que l'opérateur possède une ampoule de construction soignée, il devra contrôler de temps en temps l'état du vide intérieur, duquel dépend la pénétrabilité des rayons obtenus.

Pour cela on fait fonctionner le tube, et au moyen du spintermètre, on peut facilement et rapidement mesurer l'étincelle équivalente au vide de l'ampoule ; on éloigne ou on rapproche progressivement la tige mobile, en rapport avec la borne positive de l'excitateur, du plateau fixé sur la borne négative, jusqu'à ce que l'étincelle ne traverse plus l'air que difficilement et de temps en temps seulement. Le vide intérieur du tube équivaut à l'étincelle de longueur trouvée.

On peut également apprécier la résistance de l'ampoule par des procédés indirects, en recherchant la qualité des rayons de Roentgen fournis, au moyen de l'examen de la main placée devant l'écran fluorescent, ou en employant la lunette radiochromométrique.

Toutefois, pour connaître avec certitude le degré de vide nécessaire pour produire une bonne radiographie de telle ou telle région, avec un temps de pose déterminé, et l'éloignement du tube à l'objet que l'on aura adopté, il n'y a qu'un moyen : il faut sacrifier plusieurs plaques de faibles dimensions, 9 × 12 ou 13 × 18 par exemple, que l'on impressionne en les plaçant en regard de la partie de la région que l'on désire plus particulièrement explorer. On impressionne trois plaques, je suppose, avec des rayons de qualité différente mesurée approximativement au moyen de l'étincelle équivalente, les autres conditions de l'expérience restant les mêmes ; on les développe et on voit quelle est la meilleure image. On amène alors, pour la pose définitive, le tube au degré de vide qui a servi à produire cette dernière.

Cette façon de procéder entraînera naturellement une perte de temps, mais en encadrant ainsi en quelque sorte le but, on évitera de dépenser en pure perte plusieurs plaques de grand format. L'emploi de cette méthode ne s'imposera du reste qu'exceptionnellement et dans des cas particulièrement difficiles.

Pour en faciliter l'application, il suffit de faire construire un châssis en bois, pouvant contenir, enveloppées dans du papier noir et placées côte à côte, trois plaques 13 × 18. Ce châssis dont les dimensions intérieures seront de 68 centimètres de long, sur 19 centimètres de large, présentera au milieu de sa paroi supérieure une ouverture 13 × 18 fermée par une mince feuille de bois ou de carton ou mieux d'aluminium, tandis que ses deux extrémités seront couvertes par une feuille de plomb de 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Les deux petits côtés latéraux du châssis seront ouverts, pour permettre l'entrée et la sortie des plaques. Les trois plaques seront, au début

de l'expérience placées du côté A (fig. 132) : l'une des plaques sous le segment perméable B et les deux autres sous la couverture opaque A. La partie B étant disposée bien en regard de la région à examiner, on prend une première radiographie. Au moyen d'une planche P s'engageant à frottement dans l'intérieur du châssis suivant son grand axe, et formant fouloir, on repousse les plaques vers C, en enfonçant la planche jusqu'à un trait marqué à sa surface à 13 centimètres de son extrémité engagée ; la plaque impressionnée qui était en B passe en C et la plaque vierge voisine qui était sous A, vient en B. Une deuxième radiographie est faite sur cette plaque avec des

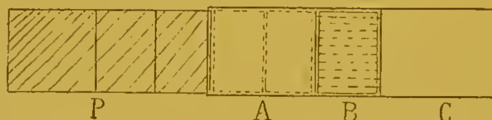


Fig. 132.

rayons de qualité différente de la première. Enfonçant alors la planche jusqu'au deuxième trait, on démasque la troisième plaque, les deux autres étant garées sous l'écran de plomb C, et on l'impressionne à son tour avec des rayons correspondants à un autre degré de résistance du tube. De cette façon, la position du sujet, de l'ampoule et des plaques successivement démasquées, est restée la même pendant les trois opérations; on a fait varier seulement l'état intérieur du tube.

Le même appareil pourrait servir à mesurer la sensibilité comparative de plaques de marque différente; mais dans ce cas on ferait en sorte que la résistance du tube restât la même, pendant les trois impressions successives.

§ 11. — Conduite générale d'une opération radiographique

Après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, nous sommes maintenant en état de suivre une opération radiographique dans son ensemble et de la mener à bien. Prenons pour exemple l'exécution de la radiographie d'une fracture du tiers moyen de la jambe, et supposons que le malade nous soit envoyé après la pose d'un appareil plâtré, pour contrôler, au moyen des rayons de Roentgen, l'état de la réduction et de la coaptation des fragments. Nous couchons le blessé horizontalement sur le parquet ou une table, comme nous l'avons indiqué précédemment; nous plaçons également la jambe, calée en bon appui et immobilité parfaite, successivement dans les deux positions nécessaires pour prendre deux radiographies à 90°, l'une antéro-postérieure et l'autre interne-externe, ou externe-interne, suivant le cas. Une plaque 24 × 30 enveloppée de papier noir, ou enfermée dans le châssis spécial, a l'une de ses moitiés masquée par une lame de plomb mobile de 3 millimètres d'épaisseur appliquée du côté de la face sensible sur l'enveloppe de papier, ou la face supérieure du châssis; la jambe

repose par l'une de ses faces sur l'autre moitié de la plaque et sur l'un des coins de cette dernière on met une lettre en métal, initiale du nom du malade. Le foyer de fracture est placé au centre de la demi-plaque. Le siège de la solution de continuité de l'os a été marqué par un trait à l'encre, par le chirurgien, avant l'application de l'appareil; sinon celui-ci est recherché par l'opérateur, et répond, à défaut d'autres signes, au point le plus douloureux à la pression. Nous supposerons que la solution de continuité du péroné siège sensiblement au même niveau que celle du tibia; si elle en était très distante, comme c'est fréquemment le cas dans les fractures de la jambe par cause indirecte, on prendrait les deux épreuves juxtaposées sur la plaque 24 × 30 disposée en long et dont chaque moitié serait successivement masquée par la feuille de plomb. Sur la plaque ainsi utilisée, par raison d'économie on n'aura pas tout le contour des parties molles, si la jambe est un peu forte, mais peu importe, car c'est l'image des os seuls qui nous intéresse.

Le tube placé à une distance de 50 centimètres au-dessus de la plaque aura son grand axe perpendiculaire à la longueur de la jambe; il sera fixé sur son support en position telle que le plan du miroir de platine fasse un angle dièdre de 45° avec l'horizon. Le centre du miroir de platine devra correspondre au point de croisement d'une ligne longitudinale passant par le milieu de la jambe (face antérieure ou face latérale) et d'une ligne transversale croisant le milieu du foyer de fracture; le fil à plomb servira à régler, d'une façon aussi précise que possible, cette position de l'anticathode. Si la fracture du péroné était très distante de celle du tibia, il serait indiqué de choisir un point incident situé à mi-chemin entre les deux lésions, mais comme la lésion tibiale est toujours la plus intéressante, il y aura avantage à se rapprocher de cette dernière.

Si l'on ne peut déterminer exactement la situation des deux foyers de fracture par les moyens cliniques ordinaires, il sera utile, dans certains cas rares de commencer par chercher à l'écran la position de ces foyers puis de prendre ensuite la radiographie en centrant le tube d'après les données fournies par la radioscopie.

Il s'agit maintenant d'éclairer le tube de Crookes dont on connaît approximativement la résistance, ou que l'on recherche, avant de disposer le malade et la plaque, s'il n'a pas fonctionné depuis longtemps. L'étincelle équivalente est réglée à la distance voulue, au moyen du spintermètre, et le chalumeau à gaz préparé pour chauffer la tige de l'osmo-régulateur pendant le fonctionnement, si le besoin s'en fait sentir.

Les accumulateurs étant bien chargés, les connexions des différents appareils contrôlées, et leur bon état d'entretien vérifié, c'est l'instant de procéder à la mise en marche en se comportant comme nous l'avons indiqué précédemment.

Au moment où l'on ferme le circuit du primaire, il faut que le rhéostat soit intercalé en totalité, ou que le godet à mercure soit abaissé, pour prévenir le bris possible de l'ampoule par le coup de fouet des accumulateurs.

Il faut se rappeler qu'un courant d'intensité donnée fournira dans le secondaire une étincelle d'autant plus longue que la vitesse de l'interrupteur sera plus réduite. Inversement si l'on désire obtenir d'un transformateur une étincelle de longueur constante, il faudra augmenter l'ampérage à mesure que la vitesse augmente, toutefois, il ne faut pas dépasser une certaine limite, car l'ampérage que peut accepter un inducteur est toujours proportionnel au voltage de la source d'alimentation, et en rapport inverse avec la vitesse de l'interrupteur. La grandeur de l'inducteur joue également un rôle dans l'ampérage possible qui augmente a mesure que l'inducteur est plus petit et a une self-induction moindre. Les grands transformateurs Rochefort, par exemple, n'admettent guère qu'un ampère par élément d'accumulateur, tandis que pour les modèles inférieurs on peut dépasser un ampère.

Comment régler le condensateur à fiches mobiles ? Sa capacité doit être d'autant plus grande que le voltage et l'ampérage du courant primaire, autrement dit le wattage est plus élevé, pour une vitesse donnée de l'interrupteur. Avec un wattage identique, si l'on augmente la vitesse, il faut diminuer la surface du condensateur. Il ne faut jamais faire varier la capacité du condensateur pendant le passage du courant dans la bobine, car on risquerait de crever le diélectrique.

On règle le condensateur plus ou moins par tâtonnement : la capacité est reconnue insuffisante, quand le liquide du godet à mercure bouillonne et dégage de la vapeur ; elle est au contraire trop grande quand il se produit dans le godet des détonations violentes qui peuvent s'accompagner de projection de liquide.

Lorsque l'on ferme l'interrupteur du courant primaire, il peut se faire que l'ampoule ne s'éclaire pas, alors que toutes les connexions sont bonnes. Ce fait peut tenir à deux causes : ou bien le godet à mercure est trop monté, ou il est trop abaissé. Dans le premier cas, la tige oscille constamment à l'intérieur du mercure, le courant ne s'interrompant pas ; il passe d'une façon continue dans le primaire qu'il échauffe et dont il peut fondre l'isolant, si on n'y remédie promptement, en abaissant le godet. L'inverse peut se produire ; le courant ne passe pas parce que le godet est trop abaissé et qu'aucun contact ne se produit entre la tige et la surface du mercure.

Pour éviter tout accident, il est préférable de chercher de parti pris cette dernière situation. Après chaque opération on abaisse le godet à fond, puis au moment de la mise en marche, après fermeture du circuit, on relève progressivement le godet, jusqu'à ce que l'on obtienne le degré de plongée voulue.

Une fois la marche régulière de l'ampoule obtenue, ce à quoi on arrive très rapidement avec un peu d'habitude, on la laisse fonctionner pendant le temps de pose jugé convenable, en chauffant de temps en temps l'osmo-régulateur, si elle tend à durcir. On reconnaît que l'ampoule durcit, non seulement parce que l'étincelle équivalente passe entre les bornes de l'excitateur, mais aussi parce qu'il se produit une sorte de grésillement dans son

intérieur, qu'elle s'éclaire irrégulièrement et que des aigrettes colorées se développent et oscillent autour du col de la région cathodique.

Pendant la durée de l'opération, il faut naturellement que l'ampoule, le malade et la plaque restent dans l'immobilité la plus complète ; cependant si l'on employait certains dispositifs spéciaux, tels que l'appareil de Contremoulins pour la radiographie de la tête, de légers mouvements du malade n'auraient aucun inconvénient, parce que le tube, l'objet et la plaque réunis étroitement entre eux, se déplaceraient parallèlement et de la même quantité.

Lorsque le temps de pose prévu est écoulé, on arrête le fonctionnement, en manœuvrant les appareils intercalés dans le circuit dans un ordre inverse à celui qui a été suivi pour la mise en marche.

On pousse le bouton du rhéostat du primaire pour intercaler toute la résistance, on abaisse le godet à mercure, pour éviter une étincelle de rupture trop forte entre les contacts de l'interrupteur à main que l'on place ensuite dans la position de repos. On coupe de la même façon le circuit de l'interrupteur automatique, en prenant toujours grand soin de ne pas arrêter l'interrupteur avant l'ouverture du courant primaire, sans quoi on s'exposerait à détériorer l'isolant de la bobine. Si l'on n'a pas d'autres opérations à faire consécutivement, on place également les manettes du commutateur-interrupteur sur les plots de repos.

Il peut arriver, au cours du fonctionnement, que le plomb de sûreté, intercalé dans le circuit primaire ou dans celui de l'interrupteur, fonde, par suite du passage d'un courant trop intense dans l'une ou l'autre ligne. On est averti immédiatement de cet accident par l'extinction subite de l'ampoule ou la cessation du mouvement de l'interrupteur. Dans ce cas on arrête l'appareil en ouvrant l'interrupteur du circuit intact, puis l'autre, et l'on remplace immédiatement et sans la moindre difficulté, au moyen d'un plomb de rechange, dont on a toujours une certaine provision, celui qui a fondu.

§ 12. — La chambre noire et le laboratoire photographique

La pose terminée, la plaque enfermée dans le châssis spécial ou enveloppée de papier est transportée dans la chambre noire où elle sera soumise aux manipulations nécessaires pour faire apparaître l'image et la fixer d'une façon indélébile.

Nous devons tout d'abord dire quelques mots du local et des objets indispensables qu'il doit contenir, pour permettre d'atteindre sûrement et aussi commodément que possible le but que nous envisageons.

Ce local pourra avoir des dimensions variées, mais il ne faut pas que sa surface soit trop restreinte pour gêner l'opérateur dans ses mouvements ; une pièce de trois à quatre mètres carrés au moins sera nécessaire. S'il est pourvu d'une fenêtre, il faudra, pour empêcher la lumière du jour d'y péné-

trer badigeonner les carreaux avec de la peinture noire, ou clouer un voile noir épais sur le chambranle ; mais avec cette dernière disposition on se prive de la possibilité d'ouvrir au besoin la fenêtre, pour exécuter certains travaux à la lumière du jour et aérer la pièce. Pour que le jour ne vienne pas filtrer par le pourtour de la porte ou par le trou de la serrure, le mieux sera de disposer derrière elle, dans la chambre, un grand rideau noir coulissant au moyen d'anneaux sur une tringle en fer, et traînant tant soit peu sur le parquet ; on supprimera ainsi toute lumière et on ne gênera pas les communications.

Deux tables longues et étroites seront accolées à deux des parois opposées de la pièce : l'une d'elles, recouverte de zinc, servira à la manipulation humide des plaques et papiers sensibles ; l'autre à surface nue, sera utilisée pour les opérations qui se font à sec. Une étagère placée au-dessus de la table recouverte de zinc, supportera les différents flacons à réactifs. Un évier, avec robinet d'amenée d'eau de source limpide, servira aux différentes opérations de lavage et de rinçage.

La table à manipulations humides pourra mesurer environ deux mètres de long, sur 50 à 60 centimètres de large. La feuille de zinc qui la garnira empêchera les liquides répandus accidentellement de l'imbiber et en facilitera le nettoyage. Le dessous de cette table sera compartimenté de façon à pouvoir recevoir les cuvettes, entonnoirs, vases gradués et autres accessoires.

Les cuvettes seront en verre, ébonite, celluloïd, ou mieux en porcelaine blanche, carrées, à fond plat, analogues à celles qui sont utilisées dans les salles d'opération de chirurgie pour y déposer les instruments stérilisés ; leurs dimensions varieront selon la grandeur de la plaque à traiter.

Dans l'une d'elles on versera, au moment du besoin le révélateur ; dans une autre située à une certaine distance se trouvera le fixateur ; il sera bon de choisir cette dernière de dimensions telles qu'elle puisse admettre facilement les plaques 40 × 50 qui seront parfois employées ; elle restera constamment remplie et un couvercle en bois protégera le liquide qu'elle contient contre la chute des poussières. Entre la cuvette à développement et la cuvette à fixation trouveront place les chevalets en bois de deux ou trois grandeurs qui serviront au séchage des plaques.

Dans un coin de la pièce, du côté réservé aux manipulations humides, un évier en pierre ou en fonte émaillée de 1 mètre environ de long, sur 60 centimètres de large, supportera une cuve en zinc mesurant 50 centimètres de haut, 40 centimètres de large et 20 centimètres d'épaisseur ; elle sera pourvue à sa partie inférieure d'un robinet par lequel arrivera l'eau, au moyen d'un tuyau en caoutchouc branché en dérivation sur la conduite ; elle contiendra un panier chevalet métallique, mobile, qui supportera, pendant le lavage, les plaques placées de champ dans des rainures appropriées.

Les plaques, depuis le format 9 × 12, jusqu'aux dimensions 30 × 40 inclus trouveront place dans cette cuve. Les plaques de dimensions supérieures, plus rarement employées seront lavées à plat, dans une grande cuvette

en porcelaine placée sur l'évier. Dans ce cas, pour éviter le dépôt de corps étrangers provenant de l'eau sur la gélatine, il sera bon de mettre celle-ci en dessous; il suffira, pour assurer un lavage convenable, d'exhausser un peu la plaque en faisant reposer sa face inférieure par ses quatre angles sur de petits taquets en porcelaine rangés sur le fond de la cuvette. Dans une même cuvette on pourra au besoin superposer deux plaques, en les séparant l'une de l'autre au moyen de taquets analogues.

Si le nombre des plaques à laver était plus considérable, on pourrait disposer sur l'évier plusieurs cuvettes l'une au-dessus de l'autre, en cascade (fig. 133); l'eau de lavage arrivant, au moyen d'un tube en caoutchouc, dans la cuvette supérieure, tomberait ensuite dans les inférieures.

Des barres de bois placées transversalement, à cheval sur les bords des cuvettes, permettraient de les superposer; il faudrait que la barre située du

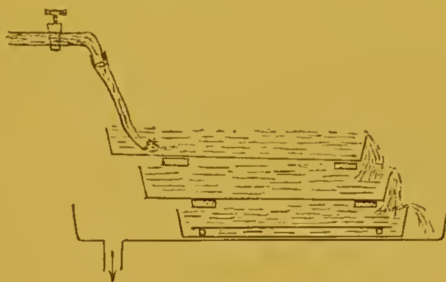


Fig. 133.

côté de la chute d'eau fut un peu plus mince que celle placée à l'autre bout, pour assurer le bon fonctionnement de la cascade.

Dans le cas où l'on se proposerait, à l'exemple de certains opérateurs, de procéder d'une façon courante au renforcement des clichés, pratique qui a le grand avantage, comme l'indique Albers-Schönberg [1], d'accentuer le contraste entre les parties molles et les os et de donner de meilleurs tirages sur papier, il serait utile de disposer d'une seconde table, également couverte de zinc ; mesurant 1 mètre à $1^{m},50$ de longueur et la même largeur que la précédente, dont elle se trouverait séparée par l'évier, elle supporterait deux cuvettes contenant les solutions renforçatrices.

La table pour manipulations sèches pourra avoir également 2 mètres de long sur $0^{m},50$ de large ; elle servira pour placer les plaques vierges dans les poches en papier noir ou dans le châssis radiographique, pour mettre sous enveloppe et classer les plaques impressionnées, pour charger les châssis à tirage positif, pour couper le papier sensible, coller les épreuves, etc...

Sous cette table on pourra disposer les caisses doublées de plomb renfermant les boîtes de plaques sensibles, les rouleaux ou pochettes contenant le papier à tirage. Les produits photographiques non dissous, la balance. les calibres, etc., seront rangés sur une étagère fixée au-dessus de la table.

L'éclairage de la chambre noire pourra être assuré par la lumière du jour,

[1] Fortschritte a. d. Gebiete der Roentgenstrahlen, t. III, f. I, p. 31.

ou au moyen de lampes. Un ou deux des carreaux du haut de la fenêtre seront laissés sans peinture noire et permettront l'éclairage dans la journée. Pendant les manipulations des plaques sensibles, on supprimera la lumière blanche, en leur superposant un carreau rouge oscillant autour d'une charnière, par exemple, ou manœuvrant en guillotine.

Pour éclairer le laboratoire la nuit, on utilisera, comme source de lumière ordinaire, une lampe à pétrole, un bec de gaz, ou une lampe électrique. Des foyers lumineux analogues, enfermés dans une lanterne mobile à verres rouges, pourront servir pour charger les plaques et pour les opérations du développement.

La source lumineuse, dans ce dernier cas, doit être très faible et non actinique. On emploie presque toujours la lumière rouge foncée ; cependant Mrs Lumière préconisent la lumière verte qui a l'avantage de ne pas fatiguer la vue et qui, lorsqu'elle est d'une qualité convenable et d'une intensité suffisamment faible, n'agit que fort peu sur les préparations. Certains auteurs ont également conseillé la superposition d'un verre jaune et d'un verre rouge rubis, combinaison qu'il est facile de réaliser en employant une lampe électrique à incandescence à verre jaune que l'on enferme dans un manchon ou un globe en verre rouge.

§ 13. — Développement du cliché ou révélation de l'image latente

Nous croyons utile d'indiquer la manière dont nous développons nos clichés, sans renvoyer le lecteur, comme on le fait généralement, aux traités spéciaux de photographie.

a. *Rèvélateurs.* — Nous ne passerons pas en revue tous les révélateurs conseillés : les formules pronées sont trop nombreuses.

Bornons-nous à dire que le bain de développement doit comprendre les constituants suivants :

1° un *réducteur* : tout corps avide d'oxygène, tel que l'hydroquinone, le métol, l'acide pyrogallique, le glycin, etc.. ;

2° un *conservateur :* sulfite de soude, bisulfite de soude et de potasse, acide citrique, tartrique, etc...; qui ont pour but d'empêcher l'altération du réducteur en présence de l'air;

3° un *alcali;* carbonate de soude ou de potasse, etc.., qui favorisent l'absorption de l'oxygène par le réducteur. Les aldéhydes et acétones, en présence du sulfite de soude, jouent le même rôle que les alcalis.

Les produits facultatifs sont les uns *retardateurs*, (bromures, prussiate jaune de potasse, etc...), les autres *accélérateurs* (hyposulfite de soude à 1/1000, iode, iodures, etc...); les accélérateurs ne sont plus guère employés qu'avec le révélateur à l'oxalate de fer.

Le meilleur révélateur pour tel genre de plaques, peut ne pas donner d'aussi bons résultats avec d'autres marques.

Lorsque nous employons des plaques Jougla, nous utilisons la formule suivante :

Eau distillée	1000	grammes.
Sulfite de soude anhydre	150	—
Hydroquinone	7	gr. 50
Carbonate de potasse ou de soude	40	grammes.
Métol	5	—

On prépare à chaud, dans une capsule de porcelaine ; on introduit les divers produits dans l'ordre où il se trouvent inscrits, en attendant chaque fois que le dernier soit complètement fondu, avant d'ajouter le suivant. Il faut agiter surtout au moment où l'on projette le métol qui surnage. On laisse refroidir et l'on filtre.

Ce révélateur très puissant donne beaucoup de vigueur aux clichés. Il peut servir plusieurs fois, et fournit les meilleurs résultats quand il a servi deux ou trois fois. On conserve le bain vieux qui est utilisé couramment, et on le renforce de temps en temps, en y ajoutant une certaine quantité de bain neuf. Si l'on n'a pas de vieux bain à sa disposition, il faut diluer le bain neuf, en y ajoutant un tiers ou la moitié de son volume d'eau distillée.

Pour traiter un cliché sous-exposé, il faut utiliser le bain neuf sans le diluer.

La température du bain révélateur joue un rôle sur le résultat du développement.

La température moyenne qui convient le mieux, est de 15 à 18°. Les écarts au-dessus de ces chiffres donnent des clichés faibles et au-dessous des clichés durs.

Pendant les mois d'hiver où le froid est très vif, il arrive fréquemment que le bain cristallise ; il faut le mettre au bain-marie et attendre jusqu'à ce que la dissolution soit faite à nouveau.

Pour traiter les plaques Lumière ordinaires, le bain à l'acide pyrogallique nous semble préférable ; nous nous servons de la solution suivante préparée extemporanément :

Eau	100	grammes.
Sulfite de soude anhydre	5	—
Acétone	10	—
Pyrogallol	1	—

L'acétone ajoutée graduellement au bain permet de donner au révélateur une grande élasticité, comme le font remarquer Mrs Lumière.

Le plus généralement on prépare à l'avance les solutions :

A.	Eau	1000	grammes.
	Sulfite de soude cristallisé	500	—
B.	Eau	1000	—
	Carbonate de soude	600	—
C.	Eau	100	—
	Bromure de potassium	10	—

La solution de bromure qui est employée comme retardateur s'ajoute également, en cas de besoin aux bains précédents; elle est conservée dans un flacon compte-goutte.

Pour développer une plaque 13 × 18 par exemple, on mélange dans un verre avec un agitateur :

Eau	75 à 100 centimètres cubes.
Solution de sulfite (A).	10 —
Solution de bromure (C)	1 à 2 gouttes.
Pyrogallol	1 cuiller à moutarde.

On verse ce mélange sur la plaque placée dans la cuvette à développement. Quand la plaque est bien imbibée, on reverse le bain dans le verre contenant de 1 à 2 centimètres cubes de la solution de carbonate (B).

En traitant de la pratique du développement nous verrons le grand avantage que présente l'emploi de ces solutions séparées.

Nous croyons devoir dire également quelques mots du développement au glycin préconisé par Albers-Schoenberg.

On peut développer simultanément plusieurs plaques placées de champ sur un chevalet en zinc, et plongées dans une cuve en zinc ou en celluloïd disposée verticalement et contenant le bain composé comme suit :

Solution I..	Glycin	30,09
	Sulfite de soude	100
	Carbonate de potasse ou de soude . . .	20
	Eau distillée.	1000
Solution II.	Carbonate de potasse ou de soude . . .	100
	Eau distillée	1000

On verse ces deux solutions dans un grand flacon et on y ajoute 4 litres d'eau distillée.

On mélange le tout et on verse dans la cuve à développement. Ce bain peut, sans s'altérer, servir à révéler 20 plaques de grand format, ou 30 à 40 petites plaques. Le développement avec le glycin est absolument automatique, car aucun excès de développement n'est possible. Il est très important de laver soigneusement les plaques avant de les mettre dans le bain de fixage.

Lorsque l'on emploie le bain précédent récemment préparé, la durée du développement est d'environ 20 minutes, tandis, qu'avec un bain vieux elle peut aller jusqu'à 40 minutes.

b. *Théorie du développement.* — Les réducteurs énergiques ont la propriété de décomposer le bromure d'argent dans les parties seulement qui ont été impressionnées par la lumière. Ils absorbent le brome du bromure d'argent. et l'argent est mis en liberté dans la couche de gélatine, sous forme d'un grain, d'un précipité très fin qui constitue l'image. L'image latente a été révélée, est devenue visible pour notre œil.

c. *Pratique du développement.* — L'opération va s'effectuer dans la chambre noire, éclairée par une faible lumière rouge ou verte, comme nous l'avons indiqué.

On sort du châssis ou de l'enveloppe de papier la plaque impressionnée, en ayant soin de ne pas appliquer les doigts sur le côté gélatine, sans quoi il en résulterait des taches au développement.

Il faut alors humecter rapidement et d'un coup toute la surface de la plaque avec le liquide révélateur, pour ne pas avoir de plages inégalement développées, ce qui pourrait donner lieu à des erreurs d'interprétation. Deux procédés sont recommandés : dans l'un on dépose la plaque à plat sur le fond de la cuvette, gélatine en haut, et on la noie rapidement en versant sur elle le révélateur contenu dans un grand verre conique ; dans l'autre, le liquide du bain a été préalablement versé dans la cuvette que l'on incline d'une main vers la gauche, par exemple, pour accumuler le liquide de ce côté ; l'autre main pousse la plaque à plat dans la couche liquide et en même temps on relève brusquement la cuvette vers la droite. Si l'on n'a pas grande expérience et que l'on manie des plaques de grand format, il est avantageux de commencer par mouiller la plaque avec de l'eau ordinaire, et on l'imbibe ensuite avec le révélateur en employant l'un ou l'autre des deux procédés indiqués.

Si l'on utilise le révélateur au glycin, il suffit de plonger rapidement le chevalet porte-plaques dans le liquide et de laisser la cuve au repos.

Au contraire, avec le développement des plaques à plat, il faut balancer constamment la cuvette avec la main ou un appareil mécanique pour faire circuler le liquide et empêcher que les corps étrangers qu'il pourrait contenir ne gênent le développement, en masquant certains points de la couche sensible, ce qui produirait des taches.

Les endroits ayant subi plus que d'autres l'action des rayons de Roentgen, viendront en noir, puis les parties moins impressionnées, par suite de la position de l'opaque en avant d'elles, apparaîtront ensuite. S'il s'agit d'une jambe, par exemple, les parties encadrant le membre, c'est-à-dire les grands noirs viendront d'abord, puis les chairs et enfin les détails de la structure des os. On poussera le développement jusqu'à ce que toute la surface de la plaque vue par réflexion paraisse noire, ou bien jusqu'à ce que le côté verre de la plaque ait une teinte gris noir, ou mieux jusqu'à ce que sur le cliché vu par transparence, en l'interposant entre l'œil et la lumière rouge, la partie que l'on veut étudier soit bien nette, ou que le contour des os commence à s'estomper.

d. *Conduite du développement.* — Si la pose a été exacte, l'image commencera à apparaître sur la plaque 30 secondes après son immersion dans le bain. Mais comme les facteurs qui influent sur la durée du temps de pose sont nombreux et divers, et que l'on ne peut jamais être sûr du résultat, on peut, en variant les proportions des agents chimiques entrant dans la composition du révélateur, obtenir une certaine latitude à ce point de vue. L'emploi du révélateur pyrogallique, avec solutions titrées préparées à l'avance rendra des services appréciables à cet égard.

Plus la dose d'acide pyrogallique est forte, jusqu'à un certain point, bien

entendu, plus opaque sera le négatif et par conséquent plus accentuées seront les oppositions de lumière et d'ombre sur le tirage positif.

L'énergie du révélateur croît avec la proportion d'alcali ou d'acétone qu'il contient ; plus il en renferme, plus la durée du développement est abrégée, la venue des détails facilitée et la vigueur générale du négatif augmentée.

Le bromure a pour but de ralentir le développement et d'en faciliter le contrôle continuel. Sans bromure, avec des plaques véritablement excellentes, on aurait de la peine à éviter le voile.

Le tableau ci-annexé que nous empruntons au *Formulaire pratique de photographie* d'Emery sera un guide utile pour la conduite du développement avec l'acide pyrogallique.

1° *On suppose le temps de pose exact.*	Employer 1 à 2 centimètres cubes de la solution de carbonate. Attendre l'effet produit par l'addition de cette solution, avant d'en faire une nouvelle, si la première dose est insuffisante. Après la venue des détails, ajouter une cuiller à moutarde de pyrogallol, pour donner de l'intensité.
2° *On suppose le temps de pose inexact.*	*Sous-Exposition.* Mettre une dose de carbonate plus forte (2 à 4 centimètres cubes), supprimer le bromure ; faire une nouvelle addition de carbonate, si c'est nécessaire, et continuer l'opération comme ci-dessus. *Sur-Exposition.* Laisser tremper la plaque plus longtemps (1 à 2 minutes) dans le bain que l'on aura chargé en bromure (6 à 10 gouttes). Ne mettre le carbonate que goutte à goute. 2 cuillers à moutarde de pyrogallol. Ajouter du bromure si l'image vient encore trop vite.
3° *On ne connaît pas le temps de pose.*	Verser le carbonate goutte à goutte, bromure 1 ou 2 gouttes ; modifier la composition du bain d'après la venue de l'image : *A.* — Les grandes lumières viennent d'abord et les parties moins éclairées apparaissent faiblement, mais montent progressivement : *Pose normale.* Laisser monter et après venue complète des détails, ajouter du pyrogallol pour avoir de l'intensité. *B.* — Les grandes lumières viennent seules avec fortes oppositions : *sous-Exposition.* Modifier comme il est dit ci-dessus pour la sous-exposition. *C.* — L'image se présente uniformément sans contrastes : *sur-Exposition.* Modifier comme il est dit ci-dessus pour la sur-exposition. *D.* — L'image apparaît très rapidement : *Grande sur-Exposition.* Jeter vivement le bain, mettre tremper la plaque dans de l'eau à laquelle on ajoute du bromure (environ 15 gouttes) et constituer s'il en est encore temps, un bain chargé en bromure et ne contenant que quelques traces seulement de carbonate. Si le voile n'est pas formé, ajouter du pyrogallol.

Le révélateur à l'acide pyrogallique, malgré l'inconvénient qu'il a de tacher les doigts et d'être inutilisable au bout d'une heure environ d'exposition à l'air, a cependant, comme on le voit de grands avantages.

Pour avoir de bons négatifs, il faut avant tout faire provision de patience et modifier la composition du bain lentement et progressivement, suivant la marche que suit l'apparition de l'image. Lorsque le développement est long, il faut couvrir la cuvette pour empêcher l'accès de toute lumière, et n'exposer la plaque même à la lumière rouge que pendant les quelques secondes nécessaires à surveiller la venue de l'image.

Il ne faut pas craindre de pousser le cliché dont la vigueur diminuera toujours dans une notable mesure au fixage.

e. *Développement des clichés en plein jour.* — En se basant sur l'antagonisme chimique qui existe entre les rayons X et la lumière, Villard a montré qu'en laissant agir la lumière sur une plaque impressionnée par les rayons X, on pouvait obtenir directement une radiographie positive.

On impressionne la plaque sensible avec les rayons X de la manière ordinaire, mais avec une durée de pose suffisamment longue pour permettre d'obtenir une épreuve vigoureuse. On expose ensuite la plaque à la lumière, pendant un temps juste suffisant pour détruire l'impression produite par les rayons de Roentgen. De cette façon l'image latente s'inverse : les parties impressionnées par les rayons X sont ramenées à l'état neutre et ne donneront rien au développement, tandis que celles qui ont été protégées contre l'action des rayons X sont influencées par la lumière et viendront en noir au contact du révélateur.

Cette propriété rend possible dans certains cas la suppression du cabinet noir, mais au lieu d'opérer en plein jour, il est toujours préférable de neutraliser l'action des rayons de Roentgen, en exposant la plaque pendant 40 à 50 secondes, à une distance de 50 centimètres d'un bec Auer et de la développer dans un local un peu sombre.

§ 14. — Fixation du cliché

Lorsque le cliché est développé au point voulu, on le rince en le passant sous un robinet, ou en le plongeant dans une cuvette remplie d'eau. A ce moment si on l'exposait à l'influence des rayons du jour ou d'une lumière artificielle, l'image révélée disparaîtrait et il deviendrait uniformément noir. Pour fixer l'image et pouvoir ensuite l'examiner à volonté à la lumière du jour, il faut plonger la plaque dans une seconde cuvette contenant le bain dit fixateur. Cette opération a pour but d'enlever l'excès de bromure d'argent non attaqué qui reste encore sur la plaque photographique et qui donne un aspect blanc laiteux au dos du cliché.

Le bain fixateur à employer est le suivant :

Eau ordinaire	1	litre.
Hyposulfite de soude	200	grammes.
Bisulfite de soude acide.	50	—

L'addition de bisulfite a pour effet de conserver au bain sa limpidité, d'éclaircir les clichés et même d'éviter le soulèvement de la gélatine.

Un cliché incomplètement fixé ne se conservant pas, il faut le laisser dans le fixateur quelques minutes encore après que toute trace d'opalescence a disparu au dos de la plaque. On le retire alors, on le rince soigneusement, on l'examine par transparence devant un verre dépoli, ou une vitre de fenêtre sur laquelle on a collé une feuille de papier dioptrique ; s'il est faible il est préférable de l'examiner par réflexion sur fond blanc. Pour faire disparaître toute trace d'hyposulfite, on le lave à l'eau courante de la façon indiquée pendant une demi-heure au moins, ou bien on le laisse séjourner pendant 4 à 5 heures dans de l'eau non renouvelée. Quand on le retire de la cuve et surtout de la cuvette à lavage, il faut le seringuer sous le robinet, en frottant au besoin toute la surface gélatinée avec la face antérieure de la main et des doigts posés bien à plat, pour ne pas écorcher ou décoller la gélatine, puis on le met à sécher de champ, sur les rainures du chevalet. Suivant l'état hygrométrique de l'air, il faut une moyenne de 6 à 10 heures pour que la gélatine soit complètement sèche. La pièce dans laquelle se fait le séchage des clichés ne doit contenir aucune poussière qui viendrait se déposer à la surface et en altérerait la transparence. Si cet accident se produisait, il y aurait lieu de laver à nouveau le cliché, de le frotter avec la main, après imbibition de la gélatine, puis de le sécher dans de meilleures conditions.

En règle générale, le séchage s'opérera à l'ombre, dans un endroit sec et aéré. Pour l'accélérer, il ne faut pas trop approcher les plaques d'un poêle ou autre foyer calorique, parce que la gélatine pourrait fondre.

En été, quand l'eau de lavage est à une température un peu élevée, il se produit parfois des fontes ou décollements partiels de la gélatine. Pour éviter cet accident, on plonge les clichés au sortir du révélateur et après rinçage à l'eau dans un bain d'alun ordinaire à 10 p. 100, ou d'alun de chrome à 5 p. 100 ou mieux dans une solution étendue d'aldéhyde formique ; on les y laisse cinq minutes, puis on les rince et on les place dans l'hyposulfite. En général le passage à l'alun ou au formol est inutile, si le bain fixateur contient du bisulfite.

Si l'on a besoin pour une raison quelconque d'obtenir un séchage rapide de la plaque, on la plonge, pendant 5 à 6 minutes dans deux ou trois bains d'alcool à 50° centésimaux et on la fait sécher sans la laver. De cette façon le séchage sera terminé dans moins d'une demi-heure.

§ 15. — Vernissage des clichés

Il est bon de vernir les clichés pour les conserver plus sûrement sans risque d'altération. Tous les papiers généralement employés pour le tirage des positifs contenant de l'argent libre, tachent les clichés s'ils ne sont pas vernis. Une formule bonne et simple est la suivante: on dissout 8 grammes de gomme laque dans 100 centimètres cubes d'alcool à 90°, et on filtre après dissolution.

Nous devons dire que nous n'avons jamais recours au vernissage ; mais si l'on a le temps mieux vaut prendre cette précaution. Pour cela on chauffe d'abord la plaque au-dessus d'une lampe à alcool jusqu'à ce que sa température soit élevée au point d'être encore aisément supportable à la main. On tient alors la plaque horizontalement par un angle, entre le pouce et l'index de la main gauche, et de la main droite on verse sur le centre une dose de vernis suffisante pour couvrir environ la moitié de la surface. On balance légèrement la plaque pour faire couler le vernis vers les différents angles, puis on la redresse pour déverser l'excédent dans le flacon. Il faut alors faire subir à la plaque des mouvements d'oscillation alternatifs pour prévenir la formation de stries. On la chauffe à nouveau comme précédemment, et lorsqu'elle est refroidie elle est prête au tirage.

§ 16. — Manipulations spéciales des pellicules au gélatino-bromure avec support en celluloïd

Les plaques en celluloïd actuellement en usage sont inextensibles, imperméables, transparentes et planes comme le verre. Elles joignent à la propriété d'être incassables, celles d'être souples et légères. Elles permettent le retournement de l'image et le tirage sur les deux faces.

La pellicule plongée rapidement dans le bain développateur et retournée vivement, s'imbibe régulièrement, sans donner lieu à des taches de mise au bain. Pour éviter plus sûrement ces taches, on peut tremper la pellicule pendant quelques secondes dans un bain d'eau distillée ordinaire et la plonger ensuite dans le bain révélateur. La venue de l'image s'observe par transparence.

Après le fixage obtenu comme avec les plaques de verre, on rince et lave les pellicules dans une cuvette remplie d'eau courante, dans laquelle elles flottent.

Pour obtenir ensuite une pellicule souple et un séchage régulier, il est conseillé de la plonger pendant un quart d'heure dans le bain suivant :

Eau ordinaire	100	centimètres cubes.
Glycérine	10	—
Alcool ordinaire	15	—

L'alcool tanne la couche et active le séchage ; la glycérine donne la souplesse.

On retire, pour le séchage, la pellicule du bain glycériné sans la laver, et on l'étend sur une lame de verre talquée ou cirée, ou mieux sur une plaque d'ébonite ou de tôle vernie ou émaillée. Après avoir enlevé l'excès d'eau et les bulles d'air, avec un rouleau en caoutchouc pressant sur une feuille de papier Joseph recouvrant la pellicule étalée, on fait sécher à 15° environ. La pellicule se décolle spontanément en séchant, ou bien il suffit de tirer légèrement sur un de ses coins.

On peut aussi suspendre les pellicules à l'air libre, en les piquant par les

quatre angles, ou par les angles supérieurs seulement sur un cadre ou une règle en bois. Il est également facile de les sécher, en les plaçant entre les feuilles d'un cahier de papier buvard.

§ 17. — Manipulations des feuilles de papier au gélatino-bromure utilisées pour l'obtention des négatifs

On procède comme pour les pellicules sur celluloïd en ayant soin de placer toujours dans les cuvettes à réactifs la face gélatinée en haut.

Une fois le papier sec, on peut le rendre transparent par un huilage soigneux, de façon à permettre de tirer des épreuves positives.

§ 18. — Causes d'insuccès dans l'obtention des négatifs

Laissant de côté les causes résultant d'une impression défectueuse de la plaque, nous envisagerons surtout les insuccès provenant de fautes dans les manipulations physiques ou chimiques auxquelles on soumet le cliché.

Les principaux échecs susceptibles de se rencontrer sont les suivants :

a. *Voile partiel ou total de la plaque.* — Le voile, c'est-à-dire le noircissement plus ou moins général du cliché, peut provenir de la mauvaise étanchéité du châssis ou des enveloppes de papier aiguille, d'une pose par trop longue, de la qualité défectueuse de la lumière rouge qui sert à l'éclairage du laboratoire, de l'impureté du révélateur dans lequel on a porté accidentellement de l'hyposulfite, par exemple, de l'altération ou de la mauvaise qualité des plaques. L'on sait, en effet, qu'il faut conserver les plaques sensibles à l'abri de la lumière et de l'humidité et que lorsque leur fabrication date de plus de six mois, en règle générale, elles sont sujettes à se voiler.

b. *Coloration de la couche sensible.* — L'addition involontaire et en faible quantité d'hyposulfite de soude au révélateur peut occasionner un insuccès qui tient à la fois du voile et de la coloration, et qui est caractérisé par des reflets métalliques irisés que l'on voit à la surface de la gélatine surtout sur les bords de la plaque, lorsqu'on l'examine à la lumière réfléchie.

Il est important d'apporter dans toutes les manipulations la plus grande propreté possible, et de se laver soigneusement les mains lorsque l'on vient de toucher une plaque sortant de l'hyposulfite, avant d'en plonger ou retirer une autre du développateur.

c. *Décollements de la gélatine.* — Nous en avons déjà parlé et nous avons indiqué les moyens de les éviter.

d. *Taches transparentes ou opaques.* — Les taches transparentes peuvent résulter de ce que l'immersion de toute la surface gélatinée n'a pas eu lieu simultanément dans le bain révélateur ; les parties mouillées les dernières forment des flaques plus claires. Les impuretés de la gélatine, les bulles d'air qui ont amené des soulèvements au moment de la fabrication des pla-

ques peuvent produire le même résultat. Des corps étrangers sur le châssis ou sur la peau du sujet, dans les bains de développement ou de fixation, quand on ne les agite pas, dans l'eau, lorsqu'on lave les plaques à plat, la gélatine en haut, peuvent également produire des taches transparentes ou opaques suivant les cas.

c. *Faiblesse ou dureté des clichés.* — Quand l'épreuve manque de vigueur, le cliché est dit faible ; il est au contraire dur, quand l'épreuve a un aspect heurté.

Ces imperfections peuvent tenir à une incorrection du temps de pose, ou bien à ce que le développement a été trop court ou trop prolongé ou fait avec des bains de composition inappropriée.

On les corrige dans une certaine mesure par les opérations de renforcement ou d'affaiblissement du cliché.

§ 19. — Renforcement du cliché

Le renforcement est basé sur le principe suivant : le cliché étant plongé dans une solution de bichlorure de mercure, l'argent métallique qui forme les noirs de l'image est transformé plus ou moins complètement en chlorure d'argent, tandis que le composé mercuriel est réduit en proto-chlorure insoluble.

L'image blanchit progressivement pendant l'opération ; elle est alors formée par un mélange de chlorure d'argent et de proto-chlorure de mercure.

On opère de la façon suivante : après avoir lavé la plaque pendant 4 à 5 heures, pour la débarrasser absolument d'hyposulfite, la gélatine étant bien gonflée, on la plonge dans la solution :

Eau.	100 centimètres cubes.
Bichlorure de mercure.	3 à 5 grammes.

On examine de temps en temps le cliché par transparence. Lorsqu'on juge la vigueur suffisante, on lave abondamment la plaque, pour éliminer l'excès de bichlorure dont elle est imprégnée, puis on l'immerge dans l'eau ammoniacale à 10 p. 100. Dans ce deuxième bain elle noircit rapidement, en augmentant d'opacité.

L'ammoniaque dissout le chlorure d'argent et se combine avec le proto-chlorure de mercure pour former un composé très noir, un ammonio-chlorure de mercure. On remplace de la sorte une partie de l'argent du cliché par un corps très opaque fourni par la combinaison du chlore, du mercure et de l'ammoniaque ; le cliché a gagné en intensité.

§ 20. — Réduction ou affaiblissement du cliché

L'affaiblissement d'un cliché peut être nécessaire dans certains cas. Le but est de diminuer la couche d'argent réduit qui est trop épaisse et donne trop d'opacité.

On peut utiliser le bain suivant :

Eau.	100 centimètres cubes.
Persulfate d'ammoniaque	3 grammes.

L'affaiblissement commence par les grands noirs, ce qui permet de l'arrêter avant que les demi-teintes soient attaquées. On contrôle la marche de la réduction, en examinant le cliché par transparence.

Toutes les manipulations pour le renforcement ou la réduction des clichés peuvent s'effectuer en plein jour.

Après ces opérations les clichés sont lavés et séchés comme d'habitude.

§ 21. — Conservation et classement des clichés

Le cliché sec est placé dans une enveloppe de papier bulle, de format adéquat, et conservé à l'abri de la chaleur et de l'humidité. Sur cette enveloppe, près de sa bordure supérieure, l'on inscrit les renseignements suivants : 1° un numéro d'ordre correspondant au numéro d'ordre du registre sur lequel se trouve l'observation résumée de chaque malade et les principales données de la technique employée dans chaque cas pour l'exécution de la radiographie ; 2° le nom du malade, son grade, son régiment, ou son emploi ; 3° le diagnostic de l'affection dont il est atteint.

Ces renseignements sont suffisants, mais indispensables, pour nous permettre en tout temps, suivant les besoins, de retrouver la plaque concernant tel ou tel malade et de pouvoir consulter son observation ; on s'en rendra facilement compte, lorsque nous aurons indiqué la manière dont nous classons nos clichés.

Dans un casier mural constituant le service courant, et comprenant 26 compartiments, nous rangeons par ordre alphabétique les plaques des malades supposés en cours de traitement ; n'étant pas toujours avertis de l'époque de sortie de chacun d'eux, nous procédons, à parler plus exactement de la façon suivante : chaque fois que l'un ou l'autre des compartiments est rempli, nous extrayons du casier tous les numéros appartenant à la centaine la moins élevée qui s'y trouvent et nous les plaçons aux archives.

Pour nos archives qui doivent pouvoir s'augmenter à volonté, nous avons adopté une disposition et une classification différentes.

Au lieu de casiers fixes, ce sont des boîtes mobiles en bois qui renferment les plaques, depuis les dimensions 9×12, jusqu'aux 24×30 inclusivement Ces boîtes mesurant 32 centimètres de long, sur 15 centimètres de haut et 18 à 20 de large ne représentent pas un poids trop lourd, même quand elles sont complètement remplies de plaques. Elles sont rangées sur des étagères, d'après la classification anatomique ; viennent d'abord les boîtes renfermant les radiographies de la tête, puis celles du tronc, du membre supérieur et enfin du membre inférieur. Chacune de ces grandes sections comprend un nombre de sous-sections variable, suivant la quantité de clichés qu'elle comporte ; ainsi le membre inférieur, par exemple, comprend les sous-sections :

hanche, cuisse, genou, jambe, cou-de-pied, pied. Chaque sous-section à son tour comporte des boîtes à étiquettes rouges, pour les lésions organiques, et des boîtes à étiquettes noires pour les lésions traumatiques.

Pour fixer les idées d'une façon plus précise, prenons, par exemple, la sous-section cou-de-pied ; nous aurons tout d'abord une, deux, ou plusieurs boîtes à étiquette rouge, renfermant les lésions congénitales, les lésions tuberculeuses, syphilitiques, inflammatoires, les tumeurs, etc..., puis six, sept, huit, dix boîtes ou plus, suivant nos richesses en plaques, contenant les fractures, les luxations, les corps étrangers d'origine externe, les déformations consécutives aux traumatismes, etc...

Si nous avons six boîtes à étiquette noire, la première contiendra les plaques des sujets dont les initiales du nom s'étendent de A à C ; la seconde, les plaques de D à F ; la troisième de G à L ; la quatrième de M à P ; la cinquième de Q à S ; la sixième de T à W. Ces initiales marquées au crayon bleu, sur une petite étiquette annexe collée sur l'un des côtés de la boîte, à côté de la grande étiquette à bordure noire, peuvent être changées à volonté. Nous n'avons pas en effet d'ordre de lotissement immuable. Lorsque l'une des boîtes, la première par exemple est trop remplie, nous en retirons tous les C que nous faisons passer dans la seconde, dégageant à son tour celle-ci de un ou deux groupes d'initiales, pour les refouler dans la troisième, et ainsi de suite ; les groupes en excès dans la dernière viennent alors se placer dans une septième boîte. En faisant ce travail de répartition, nous changeons les initiales indicatrices portées sur chaque boîte.

Les plaques sont distribuées de la même façon dans les boîtes à étiquette rouge.

Supposons maintenant qu'au bout de deux ou trois ans, on nous demande le cliché du nommé *Merlin* radiographié à cette époque plus ou moins éloignée pour un traumatisme du cou-de-pied. Nous prenons, dans la sous-section cou-de-pied, la boîte à étiquette noire portant les initiales M P, et dans cette boîte où les plaques sont elles-mêmes rangées par ordre alphabétique, nous cherchons et trouvons en quelques secondes *Merlin*, à la place que lui assigne l'ordre du dictionnaire. Le numéro d'ordre porté sur l'enveloppe nous permet alors de retrouver instantanément sur notre registre l'observation du sujet.

Si maintenant au lieu de rechercher la plaque concernant telle ou telle individualité, nous voulons rassembler tous les clichés ayant trait aux fractures du cou-de-pied, pour une conférence, ou pour un travail d'ensemble quelconque, rien n'est encore plus facile ; nous prenons successivement, dans le sous-groupe à étiquette noire, toutes les plaques sur l'enveloppe desquelles se trouve inscrit le diagnostic de fracture et les divers numéros d'ordre nous permettent de retrouver dans notre registre les renseignements afférents à chaque cas.

Cette classification adoptée pour nos archives nous semble pouvoir être qualifiée de la façon suivante : simplicité, sûreté, commodité.

Les plaques 30 × 40 et 40 × 50 ne trouvent pas place dans les boîtes

précédentes ; comme nous utilisons assez rarement ces deux derniers formats il nous suffit de disposer de quelques cases fixes ayant 52 centimètres de profondeur, 42 de haut et 10 de large, dans lesquelles les plaques, également sous enveloppe, sont rangées de champ, par ordre alphabétique. On ne peut employer dans ce cas les boîtes mobiles, car il faudrait leur donner une certaine largeur de base pour qu'elles ne se renversent pas sur le côté, et alors remplies de plaques elles seraient trop lourdes pour être manipulées facilement. Ces cases fixes sont ouvertes en avant, comme celles de notre casier du service courant. Les plaques qui y prennent place ont généralement trait aux radiographies du thorax ou du bassin. C'est là que l'on cherche les radiographies demandées, si on ne les trouve pas dans les boîtes mobiles renfermant les clichés de dimensions courantes.

Boîtes mobiles et cases fixes doivent être préservées de la poussière; aussi le mieux est de les renfermer dans des armoires dont on augmente le nombre au fur à mesure des besoins. On aura par exemple une armoire pour les boîtes des sections tête et tronc placées sur les étagères, et la partie inférieure sera transformée en casier fixe pour les grandes plaques ; une deuxième armoire contiendra la section du membre supérieur et une troisième celle du membre inférieur. Ces deux dernières armoires comprendront quelques cases fixes pour loger les quelques plaques 30×40 ou 40×50 qui sont parfois utilisées pour avoir une radiographie d'ensemble de toute la longueur d'un membre.

§ 22. — Tirage des épreuves positives

Les clichés restant au laboratoire, ou chacun peut venir les consulter à loisir, il est indispensable, après chaque examen, d'envoyer au médecin traitant une épreuve sur papier de la région radiographiée.

Pour accélérer ce service de renseignements, nous utilisons dans certains cas, comme nous l'avons déjà dit, une feuille de papier Eastmann au gélatino-bromure d'argent que nous impressionnons en même temps que la plaque sensible.

Mais le plus souvent nous avons recours au tirage d'épreuves positives.

Exceptionnellement, lorsque le temps est pluvieux, que l'on ne peut exposer les châssis dehors, et qu'il y a urgence, nous pratiquons des tirages positifs sur papier ordinaire au gélatino-bromure, en exposant le cliché devant une lampe électrique à incandescence à feu blanc, pendant un temps déterminé d'avance, en rapport avec le nombre de bougies de la lampe et l'opacité du cliché. Ce papier est développé, fixé et lavé, comme les pellicules sur celluloïd, ou le papier Eastmann.

Le cliché, le négatif comme l'on dit, peut servir à la reproduction d'un nombre illimité d'épreuves positives, que l'on peut tirer sur papier ou sur verre.

Différents papiers peuvent être utilisés, en dehors de celui au gélatino-bromure ; nous étudierons seulement l'emploi du papier au citrate d'argent

de Lumière et du papier au platine. Nous ne nous occuperons du tirage sur verre qu'en ce qui a trait à la production des clichés pour lanternes à projection.

A. — Tirage sur papier au citrate d'argent

On procède de la façon suivante :

On commence par nettoyer l'envers du cliché avec un tampon de coton hydrophile imbibé d'alcool, pour faire disparaître les taches de gélatine qui le souillent fréquemment. On place alors le cliché dans le châssis-presse constitué par un cadre rectangulaire en bois portant une feuillure sur laquelle s'appuie par ses bords, une glace épaisse. Le dos du cliché repose au contact de la glace. Une feuille de papier sensible sectionnée d'avance au format voulu et prise dans les pochettes que l'on trouve dans le commerce, ou découpée au moment de l'emploi, au moyen d'un calibre en verre et d'un couteau, dans un rouleau de papier au citrate renfermé dans un étui cylindrique en carton, est appliquée sur le cliché, son côté brillant au contact de la gélatine. Par-dessus on dispose quelques feuilles de papier bien lisses, pour égaliser la pression, et on recouvre avec une planche brisée à chanière et garnie de drap noir. Cette planche est maintenue énergiquement appuyée sur le papier à l'aide de deux ou plusieurs barres transversales munies de ressorts de pression à leur face inférieure. Ces barres tournent autour d'une charnière fixant l'une de leurs extrémités à l'un des grands côtés du châssis, l'extrémité libre étant, lorsqu'elle est rabattue, assujettie en place par des taquets mobiles. Le sectionnement de la planche en deux ou trois parties, suivant la grandeur du châssis, a pour but de permettre à tout moment de regarder la moitié, un tiers ou deux tiers de l'épreuve, l'autre partie restant pressée au contact du cliché et ne pouvant se déplacer. On expose alors le châssis ainsi chargé, à la lumière du jour, en l'inclinant à 45° environ contre un mur, un arbre etc., ou en le soutenant au moyen d'un pied d'appui spécial qui fait corps avec lui. Les clichés faibles ou moyens doivent être exposés à une brillante lumière diffuse ; il ne faut tirer en plein soleil que les clichés durs.

Au bout d'un temps assez court, variable suivant l'intensité de l'éclairage, il faut contrôler le résultat, en emportant le châssis dans une pièce où règne une lumière faible, et en soulevant successivement les barres d'appui pour contrôler la venue des différentes parties de l'image. Il ne faut arrêter l'exposition que lorsque la teinte est beaucoup plus foncée que celle que l'on désire obtenir finalement car les différentes manipulations qui vont suivre en atténueront la vigueur.

a. *Virage-fixage des épreuves.* — Au sortir du châssis les épreuves ont un aspect plus ou moins agréable qui sera corrigé par l'opération du virage dans laquelle on va substituer de l'or à une partie du sel d'argent qui forme l'image. Si l'on fixait et lavait les épreuves, sans les soumettre préalablement

au virage, elles prendraient une couleur jaune-rougeâtre qui serait loin de plaire à l'œil.

Les formules de bains d'or pour virages sont multiples. Toutes se résument dans le principe suivant; additionner une solution très étendue de perchlorure d'or, d'un autre sel pouvant absorber du chlore et faire passer le persel d'or à l'état de protosel ; la craie, l'acétate de soude, le borate de soude, le phosphate de soude, etc., remplissent ces conditions.

Le fixage se fait en plongeant l'épreuve dans un bain d'hyposulfite, après lavage préalable.

Mais il y a avantage à combiner les deux opérations du virage et du fixage ; on peut plus facilement obtenir à volonté tel ou tel ton.

On emploie le bain suivant pour le papier Lumière au citrate d'argent :

Solution A.	Eau chaude.	1000	centimètres cubes.
	Hyposulfite de soude. . . .	400	grammes.
	Acide citrique.	2	—
	Alun	20	—
	Acétate de plomb	2	—

Il ne faut ajouter l'acétate de plomb qu'après dissolution des autres produits et refroidissement; filtrer ensuite.

Solution B.	Eau	100	centimètres cubes.
	Chlorure d'or.	1	gramme.

On prépare le bain normal, en ajoutant dans une cuvette en porcelaine 6 à 8 centimètres cubes de B à 100 centimètres cubes de A.

On pratique le virage-fixage dans la partie la moins claire d'une pièce éclairée à la lumière diffuse. L'épreuve est plongée directement dans le bain, sans lavage préalable, sa face sensibilisée en bas, puis dès qu'elle est bien mouillée on la retourne et on balance la cuvette.

L'image tourne immédiatement au jaune rougeâtre, puis de suite commence à virer, en passant par les tons suivants : brun, pourpre, bleuté, violet et noir. L'intensité remontant légèrement au séchage, il faut s'arrêter un peu avant le ton que l'on désire obtenir. Un liquide légèrement tiède favorise l'opération dont la durée est de 12 à 15 minutes. On peut virer plusieurs épreuves à la fois, en ayant soin de les changer fréquemment de place, pour qu'elles ne se collent pas l'une à l'autre. Si des bulles d'air restaient adhérentes à la surface de l'image il faudrait les dissiper par un léger frottement avec le doigt, sans quoi l'on aurait des taches.

Lorsque les épreuves sont arrivées au ton voulu, on les retire et on les met à laver pendant une heure et demie dans une cuve spéciale ou dans une cuvette remplie d'eau courante; si l'on n'a pas d'eau courante, il faut renouveler fréquemment le liquide.

La moindre trace d'hyposulfite persistant dans une épreuve amène sa perte. Lorsqu'on lave plusieurs feuilles de papier simultanément, il faut éviter leur adhérence et leur mise en paquet, sans quoi le ton final est désagréable, avec des blancs altérés ou même jaunâtres.

Au sortir de la cuve à lavage les épreuves sont mises à sécher, en les suspendant par un ou deux de leurs angles à une ficelle, au moyen d'épingles ou de serre-fines.

Une fois sèches, on les déroule, on rogne les bords bien régulièrement au moyen d'un calibre en verre et d'un couteau, puis on les colle sur carton.

Au lieu de sécher les épreuves par suspension à l'air, il est préférable en les retirant de la cuve à lavage, de placer leur face impressionnée en contact avec une plaque d'ébonite, une plaque de tôle émaillée ou une lame de verre bien propre frottée avec un morceau de flanelle imbibée d'une solution de quelque grammes de cire jaune dans 30 grammes de benzine. Une fois l'épreuve en place, on passe sur son dos, dans les deux sens perpendiculaires, le rouleau en caoutchouc, pour exprimer la plus grande partie de l'eau qu'elle contient, et assurer un contact parfait en la déplissant et chassant les bulles d'air qui pourraient se trouver logées entre elle et la plaque. Quand les papiers sont secs, ils se détachent spontanément du support; il se présentent avec un beau poli, un glaçage de l'image.

b. *Collage des épreuves sur carton.* — Si on ne veut pas glacer les épreuves, le mieux est de les coller au sortir de la cuve à lavage , mais dans ce cas il faut rogner leurs bords avant de les soumettre au virage-fixage car le papier mouillé se coupe mal. Les épreuves sortant de l'eau, on enduit leur envers d'empois d'amidon, puis on les colle sur carton. Avec une petite éponge trempée dans l'eau, on essuye les bords pour enlever la colle qui déborde. On place une feuille de papier buvard à leur surface et on passe le rouleau en caoutchouc pour bien les étaler.

On procède de même pour coller les épreuves sèches glacées ou non. Parfois les épreuves glacées s'appliquent mal sur le carton par ce procédé ; on peut tout simplement se contenter de coller leurs bords avec de la gomme arabique.

Pour préparer la colle d'amidon généralement employée, on délaye 15 grammes d'amidon dans 50 centimètres cubes d'eau, et on verse dans 250 centimètres cubes d'eau bouillante. Faire bouillir et remuer jusqu'au moment où le blanc mat de l'amidon devient bleuté. Après refroidissement passer deux fois à travers une mousseline. Ajouter 2 p. 100 de glycérine à l'eau qui sert à délayer l'amidon, pour empêcher la contraction de l'albumine et la torsion du papier (Davanne).

Dans ces derniers temps, on a conseillé une colle inaltérable pour épreuves, ainsi composée : on prend 500 grammes d'eau et dans une partie de cette eau on fait gonfler 5 grammes de gélatine molle ; puis dans une casserole on prépare une pâte avec 50 grammes d'arroow-root. On mélange ensuite avec ce qui reste d'eau la pâte et la gélatine, et on fait cuire jusqu'à ébullition en remuant constamment. On laisse alors refroidir dans une cuvette et on ajoute une solution de 1 gramme d'acide phénique dans 50 gr. d'alcool. On met dans un pot et la colle se conserve sans altération [1].

[1] *La Nature*, 3 juin 1899, annexes p. 3.

Tout ce que nous venons de dire s'applique à l'emploi du *papier brillant* au citrate d'argent de Lumière. Mais dans certains cas, il y a avantage à employer le *papier mat* de même marque, par exemple lorsque les épreuves sont destinées à être reproduites dans un journal ou dans un livre.

Le tirage, le virage-fixage et le lavage s'effectuent comme avec le papier brillant.

Le glaçage n'étant pas de mise, on sèche les épreuves entre les feuilles d'un cahier de papier buvard. On les colle sur carton comme les précédentes.

B. — Tirage sur papier au platine

Les épreuves ainsi obtenues sont de beaucoup supérieures aux précédentes comme aspect, et elles se prêtent admirablement à la reproduction photographique. La cherté du procédé est son seul inconvénient.

Il y a présentement plusieurs procédés de platino-typie dans les détails desquels nous jugeons inutile d'entrer. Le papier et les accessoires se trouvent chez les fournisseurs de produits photographiques et sont accompagnés d'instructions des plus précises.

Nous indiquerons simplement le procédé avec bain chaud. Le papier employé est imprégné d'une solution contenant un sel de fer et un sel de platine. Il doit être conservé en complet état de siccité; enfermé pour cela dans une boîte métallique, avec une petite quantité de chlorure de calcium. Pour le garantir de l'humidité dans le châssis-presse, il est bon de le recouvrir d'une feuille mince de caoutchouc.

Après l'exposition à la lumière, l'image n'apparaît pas comme sur le papier à l'argent; elle doit être à peine visible et se montre avec une faible teinte grise tirant sur le brun.

Le bain développateur a la composition suivante :

Eau distillée	1000	grammes.
Oxalate neutre de potasse.	300	—

Pendant le développement la solution est maintenue à une température de 70 à 80° au moyen d'une lampe à alcool ou d'un bec de gaz placé sous la cuvette. Au bout de quelques secondes d'immersion dans le bain, l'image arrive au plus haut point de perfection comme couleur et comme graduation de teintes.

En cas d'excès de pose, il faut abaisser la température du révélateur ; avec une épreuve faible, on peut au contraire chauffer jusqu'à 90° sans inconvénients.

L'épreuve développée est placée successivement pendant quelques minutes, dans trois cuvettes contenant une partie d'acide chlorhydrique diluée dans six parties d'eau.

Elle est ensuite lavée à plusieurs eaux pendant un quart d'heure, puis séchée et collée.

C. — TIRAGE SUR VERRE. ÉPREUVES POUR PROJECTIONS

Des épreuves positives très belles peuvent être obtenues avec les plaques sensibles ordinaires que l'on emploie pour les négatifs. On place une de ces plaques dans le châssis-presse derrière un négatif et l'on expose pendant cinq secondes à une minute, à une distance de 90 centimètres environ d'un bec de gaz en papillon. On révèle et fixe comme d'habitude.

L'épreuve positive sur verre ainsi obtenue par contact dans le châssis-presse, servira à produire un négatif réduit aux dimensions 8 × 10 qui sera utilisé avec la lanterne à projection.

Pour cela il suffira, à défaut d'appareil plus compliqué, de faire l'obscurité dans une chambre munie d'un volet percé d'une ouverture carrée dans laquelle on fixera le diapositif à réduire. Avec un appareil à photographie ordinaire placé en position et à distance convenables dans la chambre obscure l'objectif en face du diapositif bien éclairé, on obtiendra un cliché négatif des dimensions voulues, que l'on développera et fixera suivant les règles ordinaires. La pose, il est vrai devra être longue, et durera environ 10 minutes, avec un objectif rapide à paysage non diaphragmé.

Le cliché négatif pour projections sera complété par l'adjonction d'une plaque de verre ordinaire peu épaisse, posée sur le côté gélatiné et les deux verres seront maintenus en contact par une bordure en papier noir, dit papier à aiguilles, qui sera collé sur leurs bords.

§ 23. — LECTURE ET INTERPRÉTATION DES IMAGES RADIOGRAPHIQUES POSITIVES ET NÉGATIVES

En photographie on donne le nom de cliché ou épreuve négative à l'image dans laquelle les parties de l'objet qui étaient éclairées sont représentées par des teintes noires, et les ombres par des teintes blanches; d'autre part l'image obtenue est une figure symétrique qui n'est point généralement superposable à l'objet ; dans l'épreuve positive au contraire la concordance se rétablit entre les tons et la position réciproques de l'image et de l'objet.

Les radiographes ont également adopté les termes d'image positive et d'image négative ; ces appellations sont exactes en ce qui concerne les tons, puisque sur le négatif ce sont les parties les moins opaques aux rayons qui laissent passer le plus de lumière et sont les plus noires, pour devenir inversement les plus claires sur le positif ; mais à l'inverse de ce qui a lieu en photographie, le négatif radiographique représente une image directe superposable à l'objet tandis que l'image est homonyme, non superposable pour le positif ; une radiographie de main droite par exemple, donne sur le papier l'image d'une main gauche.

Avec l'emploi des pellicules sur celluloïd, il est facile d'éviter cet inconvénient en plaçant le papier sensible sur la face de la pellicule opposée à

celle par laquelle sont entrés tout d'abord les rayons; de même certains ont conseillé de tirer les négatifs sur verre, en appliquant le papier sensible contre le dos de la plaque; mais dans ce dernier cas l'épreuve sur papier est toujours un peu floue, à cause des phénomènes de réfraction que subissent les rayons lumineux, en traversant l'épaisseur de la plaque de verre.

Si l'on tient absolument à justifier l'identité des termes négatifs et positifs employés en radiographie on peut dire que le cliché d'une main droite, par exemple, vu par le côté gélatiné, est l'image symétrique non superposable de cette main vue par la paume, tandis que l'épreuve positive représente l'image directe de cette paume telle que la verrait l'œil mis à la place de la plaque radiographique.

Cependant certains auteurs, en s'appuyant sur des raisons que nous n'indiquerons pas, croient plus logique d'appeler le cliché impressionné pendant la pose, un positif, et l'épreuve tirée sur papier, un négatif radiographique.

Pour éviter toute discussion sur ces questions de terminologie, il est plus simple, par analogie avec ce qui se fait en photographie d'abandonner les termes de négatif et de positif, et d'appeler le cliché obtenu par la pose un *radiotype* et l'épreuve faite sur papier au châssis-presse une *radiocopie*.

L'examen des radiocopies ne peut être fait que d'une seule façon, en regardant l'image de face. Pour les radiotypes il n'en est plus de même ; les uns conseillent de les examiner par transparence par le côté verre et d'autres par le côté gélatiné.

Les premiers semblent avoir la logique pour eux et ils tiennent évidemment le raisonnement suivant : en regardant le radiotype par le côté verre, nous nous plaçons sur le trajet des rayons qui ont traversé l'opaque interposé et la plaque sensible et nous nous mettons dans les conditions d'un observateur placé devant l'écran fluorescent et examinant l'ombre portée par le même objet.

Malgré tout, il nous semble préférable d'étudier un radiotype en mettant le côté gélatine face à notre œil, et cela pour diverses raisons. Si le cliché est humide, nous pouvons sans crainte appuyer nos doigts contre sa face postérieure, pour l'incliner diversement devant le verre dépoli, lorsque nous le regardons par transparence, ou au-dessus d'un fond blanc, jaune clair, ou rose tendre, lorsque nous l'examinons par réflexion.

Certains détails qui n'apparaissent que lorsque l'on regarde le cliché obliquement sont mieux vus du côté gélatine que du côté verre.

En outre, en procédant ainsi, nous pouvons nous aussi nous réclamer de la logique : nous supposons pour un instant notre œil doué d'un pouvoir de pénétration analogue à celui des rayons de Roentgen et nous sommes dans la situation de quelqu'un qui regarderait de face différents objets placés dans une cage de verre, en fixant surtout son attention sur ceux qui sont les plus rapprochés de la paroi postérieure ; ce sont en effet ces derniers qui se traduisent par les ombres les plus nettes sur la plaque, tandis que ceux du premier plan donnent des ombres faibles et floues.

Contentons-nous de ces données générales sur la lecture des radiotypes et des radiocopies.

Quant à l'interprétation des différents détails constatés, elle ne pourra être faite correctement que par un chirurgien au courant de la radiographie, mais sachant bien qu'il ne doit demander à celle-ci que des renseignements complémentaires de ceux qui lui ont été fournis par les autres modes d'examen clinique. C'est dire que le chirurgien doit devenir radiographe, car le plus souvent les radiographes actuels ne sont pas en situation de devenir chirurgiens. Le chirurgien faisant lui-même ses radiographies saura quelle est la meilleure position à donner au malade, à l'ampoule et à la plaque et il interprétera d'autant plus sûrement les ombres enregistrées sur le cliché, lorsqu'il aura opéré lui-même. Il ne fera du reste qu'imiter le médecin qui ne confie généralement pas à un tiers le soin de procéder à l'examen radioscopique de ses malades, et une fois au courant des pratiques de la radiographie, la perte de temps que lui nécessitera ce mode spécial d'examen ne sera pas bien considérable.

CHAPITRE II

CHRONORADIOGRAPHIE OU CINÉMATO-RADIOGRAPHIE

Ce n'est guère qu'une indication de chapitre d'avenir que nous pouvons donner ici.

En effet les tentatives de cinémato-radiographie faites jusqu'à présent sont peu nombreuses et n'ont pas fourni de résultats bien satisfaisants, du moins en ce qui concerne la chirurgie.

Quelles sont les situations cliniques dans lesquelles nous pourrions avoir besoin de recourir à la cinémato-radiographie ?

Nous croyons qu'en chirurgie elles sont relativement rares, du moins en ce qui concerne le diagnostic. La chronoradiographie pourrait trouver son emploi pour étudier et enregistrer les différentes phases du mouvement dans une articulation malade ; pour déceler le siège d'un rétrécissement de l'œsophage, en enregistrant les différentes étapes de progression d'une capsule remplie de sous-nitrate de bismuth, que l'on fait déglutir, etc...

C'est surtout en chirurgie expérimentale que la méthode pourrait nous rendre des services, pour étudier par exemple le mécanisme de production de certaines fractures et luxations.

Le principe de l'appareil cinémato-radiographique à employer serait assez simple : dans le champ d'éclairage d'un tube fournissant des rayons intenses et de pénétrabilité appropriée, de manière à pouvoir réaliser des poses très courtes, se trouverait la partie à examiner et en arrière d'elle un châssis dans lequel se déroulerait une bande pelliculaire sensible.

Si l'on veut par exemple étudier le mécanisme de production d'une luxation du coude, on fixe fortement le bras dans un étau en avant du châssis et l'on agit sur le levier antibrachial pour amener la dislocation articulaire cherchée. Pendant que les mouvements de disjonction s'exécutent, on prend un aussi grand nombre de vues que possible sur la pellicule qui se déroule à une vitesse appropriée.

Le châssis radiographique dont la paroi antérieure est constituée comme d'habitude par une feuille de carton ou d'aluminium porte à ses deux extrémités deux cages en plomb destinées à contenir les rouleaux pelliculaires.

Devant le tube tourne un obturateur circulaire constitué par un plateau de zinc opaque aux rayons de Roentgen et présentant une suite de secteurs pleins ou fenêtrés alternant entre eux.

Au moyen d'engrenages ou de transmissions d'autre nature, un petit moteur électrique communiquera le mouvement de translation à la bande et de rotation à l'obturateur. Il faudra que le segment fenêtré de l'obturateur passe devant le tube, lorsqu'une nouvelle portion de la bande sera exposée; et lorsque cette portion impressionnée disparaîtra pour faire place à une nouvelle, les rayons seront interceptés par le passage d'un segment opaque de l'obturateur.

Pour éviter l'action des rayons latéraux émis par le tube de Crookes, il sera bon d'enfermer celui-ci dans une boîte de Williams-Rollins, et l'on disposera l'obturateur en avant de la fenêtre que présente l'une de ses parois.

Nous ne doutons pas que l'ingéniosité et l'habileté de nos fabricants n'arrive facilement à construire l'appareil dont nous venons d'indiquer le principe et qui rendrait, croyons-nous de grands services en chirurgie expérimentale.

Avec les appareils radiographiques puissants dont nous disposons déjà actuellement, il est possible de faire une radiographie de coude en 1/10e de seconde et même moins; on pourrait par conséquent obtenir huit à dix vues représentant les différents aspects d'un phénomène qui évoluerait dans l'espace d'une seconde.

CHAPITRE III

ENDORADIOGRAPHIE

Cette méthode intéressante, mais d'application peu pratique, à notre avis du moins, a été employée, dès le commencement de 1898, par Bouchacourt qui l'a faite sienne, n'a cessé de la perfectionner et l'a désignée sous le nom d'*endodiagraphie*.

Le but est de faire suivre au tube de Crookes et à ses rayons les voies naturelles d'accès dans l'organisme. L'introduction du tube dans les cavités pelvienne et buccale, dit Bouchacourt, outre qu'elle diminue beaucoup l'épaisseur des tissus à traverser, évite la superposition de surfaces osseuses situées sur des plans différents et dont l'enchevêtrement, dans l'emploi de la méthode ordinaire, est si gênante pour l'interprétation des images.

Après avoir utilisé la machine statique, en mettant un pôle du générateur à la terre, Bouchacourt emploie aujourd'hui une bobine d'induction spéciale, bobine unipolaire, c'est-à-dire à un seul pôle actif.

On peut d'ailleurs utiliser une bobine de Ruhmkorff ordinaire, en employant un appareil intermédiaire imaginé par Rémond et appelé *régulateur d'induction*.

Les tubes de Crookes à introduire dans les cavités représentent des modèles allongés, ayant l'anode située à l'extrémité du tube, la cathode arrivant jusque dans le voisinage de cette extrémité, afin de pouvoir porter la surface éclairante le plus loin possible.

Le tube est enfermé dans une enveloppe extérieure en métal, séparée de la paroi vitrée par un corps isolant. Cette gaine métallique est percée en regard de l'anticathode d'une fenêtre fermée par une lame de mica, destinée à laisser passer les rayons de Roentgen.

La monture extérieure formée de métal et de mica s'enlève avec la plus grande facilité et peut être stérilisée à l'étuve à 120°.

Dans la pratique de l'endoradiographie, et pour l'endoradioscopie il en serait de même, il faut chercher à mettre l'ampoule le plus loin possible, et la plaque sensible ou l'écran fluorescent le plus près possible de l'organe à examiner ; le tube, l'écran et l'organe doivent être orientés de telle sorte qu'ils soient presque parallèles.

Malgré tout, le tube ne peut jamais être placé suffisamment loin de la

partie à examiner, pour fournir de bonnes épreuves ; l'image est toujours plus ou moins déformée et surtout agrandie et un peu floue.

Cette méthode, dont l'étude et le perfectionnement ont coûté tant de peine à Bouchacourt, nous semble tout au plus devoir être préconisée pour l'examen des dents et de leurs racines.

L'auteur conseille également l'emploi de sa méthode, pour radiographier ou radioscoper les différents segments du bassin, le tube de Crookes étant introduit dans le rectum ; mais dans ce cas encore nous croyons préférable d'employer les procédés de radiographie générale que nous avons indiqués.

CHAPITRE IV

STÉRÉORADIOGRAPHIE

C'est à Marie et Ribaut que l'on doit les recherches les plus complètes et les travaux les plus importants, concernant l'application de la stéréoscopie à la radiographie.

Ces auteurs reconnaissent eux-mêmes que la radiographie stéréoscopique est une méthode spéciale, qui ne doit être employée que dans les cas où elle présente sur toutes les autres des avantages réels.

Cette *radiographie dans l'espace* présente des avantages évidents sur la *radiographie plane,* pour l'examen de certaines régions du corps, mais elle n'est pas exempte d'inconvénients.

Elle permet de voir l'objet reconstitué virtuellement dans l'espace, d'apprécier l'ordre de superposition des plans et de juger les distances qui les séparent. L'examen de deux épreuves stéréoradiographiques d'une jambe par exemple, montre nettement la différence de niveau qui existe entre le tibia et le péroné, les deux os semblant noyés dans un bloc de gélatine translucide représentant la masse de la jambe.

La méthode a surtout de grands avantages pour permettre d'apprécier le déplacement des esquilles au milieu des chairs, pour reconnaître la situation réelle des fragments dans un foyer de fracture, pour se renseigner sur la position exacte des extrémités articulaires luxées, etc. ; ce que l'on ne peut faire avec la radiographie plane qu'en prenant deux vues à 90°, sur lesquelles existent toujours des superpositions d'ombres parfois bien gênantes. D'autre part l'obtention de ces deux images à 90° n'est pas toujours facile ou possible pour certaines régions telles que l'épaule, la hanche, le bassin, la colonne vertébrale, la poitrine, la clavicule, etc. ; tandis qu'il est toujours aisé de réaliser deux perspectives centrales accouplées.

On a reproché à la radiographie stéréoscopique l'obligation de faire deux poses successives et d'user deux plaques ; mais il faut bien savoir qu'actuellement la radiographie ordinaire nécessite également dans la plupart des cas l'emploi de deux plaques, pour prendre deux vues sous des incidences réciproquement perpendiculaires.

Bien plus, le premier mode d'examen a l'avantage de laisser le sujet dans la même position, pendant les deux poses, tandis qu'avec le second, il faut changer plus ou moins la situation de la partie, ce qui peut imposer

au malade un redoublement de souffrances, en cas d'affection douloureuse.

Le plus grave et même l'unique inconvénient, à notre avis, que présente la radiographie stéréoscopique, vient de la nécessité dans laquelle on se trouve d'avoir constamment un stéréoscope à sa disposition pour examiner les épreuves, et de l'impossibilité que l'on a de reproduire exactement ce que l'on voit, sur le tableau ou sur le papier.

§ 1. — Principes de la radiographie stéréoscopique

Nous avons parlé précédemment de la production des ombres stéréoscopiques. Étudions maintenant l'obtention des épreuves et leur examen, en mettant à contribution les travaux de Marie et Ribaut[1].

1° Conditions relatives à l'obtention des épreuves. — Il est nécessaire d'obtenir sur un tableau deux perspectives accouplées de l'objet considéré, prises de deux points de vue différents ; l'une d'elles représentera l'objet vu par l'œil droit et l'autre le même objet vu par l'œil gauche.

Pratiquement on peut opérer de deux façons distinctes, pour prendre les deux images radiographiques qui constitueront les deux perspectives accouplées : le point de vue représenté par le miroir anticathodique du tube de Crookes restera fixe, et l'objet sera, pour la seconde pose, déplacé parallèlement au plan du tableau qui est ici la plaque sensible, en évitant toute déformation ; ou bien l'objet restera fixe, ce qui est de beaucoup préférable, et le tube sera déplacé, parallèlement au plan de la plaque, dans l'intervalle des deux opérations.

Mais pour que la reproduction stéréoscopique soit fidèle, c'est-à-dire semblable à l'original, ce déplacement doit avoir dans chaque cas une valeur parfaitement déterminée. Marie qui s'est particulièrement occupé de cette question, fait remarquer que l'examen des deux épreuves au stéréoscope peut, dans certains cas, être impossible, si l'écart entre les deux positions de tube a été trop grand. La physiologie nous apprend en effet que, dans la vision binoculaire d'un objet réel, quand on passe d'un plan de front de l'objet à un autre, l'accommodation et la convergence des yeux varient simultanément. Dans la vision stéréoscopique, au contraire, en passant d'un plan de front de l'objet reconstitué à un autre, l'angle de convergence des yeux seul varie ; l'accommodation reste constante, puisqu'elle est faite pour des images planes. Or, ce défaut de concordance entre l'accommodation et la convergence ne pouvant être toléré que jusqu'à une certaine limite, il y a lieu également d'imposer à l'écartement des deux points de vue une limite indiquée par la formule suivante :

$$\Delta \text{ maximum} = \frac{D\,(D + P)}{50\,P}$$

[1] *Archives de Physiologie*, juillet 1897 ; *Archives d'électricité médicale*, novembre 1899 ; *Annales d'électrobiologie*, novembre 1899 ; *Revue illustrée de Polytechnique médicale*, janvier 1900, etc.

Δ maximum = écartement maximum des deux positions de tube ;
P = épaisseur maxima de l'objet radiographié ;
D = distance du tube au premier plan de l'objet.

Par conséquent, l'écartement entre les deux positions de tube ne doit pas dépasser une valeur maxima, qui dépend de la distance du tube à l'objet et de l'épaisseur de ce dernier. C'est en se plaçant dans ces situations que l'on obtient d'autre part les meilleures conditions de relief.

2° Conditions relatives à l'examen des épreuves au stéréoscope. — Pour que la reproduction stéréoscopique soit semblable à l'original, il ne suffit pas de prendre les épreuves radiographiques convenablement, il faut aussi qu'elles soient examinées correctement.

Le stéréoscope, dont on doit la découverte à Wheastone, permet d'obtenir la sensation de relief, au moyen de deux images planes représentant un objet, tel qu'il est vu séparément par chacun des deux yeux ; il est indispensable, pour obtenir la sensation de relief que chaque œil ne voie que l'image qui lui correspond et que les deux sensations se superposent.

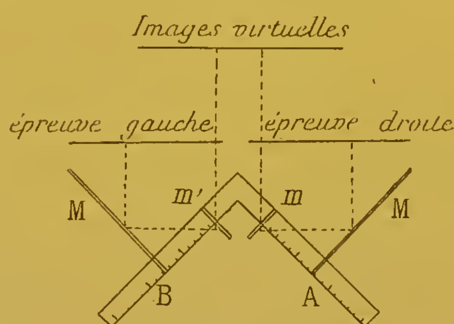


Fig. 134.

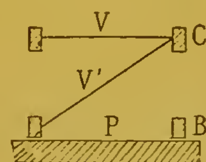


Fig. 135.

Pour obtenir l'impression du relief, sans emploi du stéréoscope, il faut que les axes des yeux soient parallèles, pour que chacun d'eux fixe le point principal homologue de chaque image ; on arrive à obtenir ce parallélisme avec un peu d'exercice, même en regardant des objets rapprochés ; mais il faut un certain effort, pour arriver à dissocier de la sorte les mouvements des yeux, et l'emploi des prismes ou des miroirs dans le stéréoscope n'a d'autre but que de ramener les images d'objets distants l'un de l'autre sur des points correspondants des rétines, tout en laissant aux axes visuels le degré de convergence requis par l'éloignement de l'objet (Wundt).

Le stéréoscope à conseiller pour l'examen des épreuves radiographiques est celui de Cazes modifié par Marie.

Il se compose de quatre miroirs plans, de forme trapézoïdale, parallèles deux à deux (fig. 134). Les deux petits miroirs *mm'* sont fixes ; les deux grands MM' peuvent glisser le long de deux supports gradués AB, ce qui permet de faire varier leur éloignement des deux premiers et par suite d'examiner des épreuves de différentes grandeurs. Le pied présente une coulisse en hauteur et un axe de rotation dans le plan sagittal ce qui permet de donner aux miroirs une hauteur et une inclinaison variable. Sur le pied de l'appareil se trouve fixée une planchette horizontale, mobile dans le plan

vertical et sur laquelle on place les épreuves sur papier, jusqu'au format 18 × 24, que l'on éclaire par réflexion.

Un pupitre incliné est nécessaire pour disposer les épreuves plus grandes ; en face on place le stéréoscope dont on incline l'appareil optique, de façon à ce qu'il soit parallèle au plan du pupitre.

Chabaud a construit un appareil servant à éclairer les négatifs et les positifs sur verre de toutes dimensions et à les repérer pendant l'examen.

Il se compose essentiellement d'un cadre rectangulaire en bois, dont la figure 135 représente une coupe verticale médiane, suivant un plan parallèle à l'un des petits côtés. La paroi supérieure du cadre est constituée par une glace V, en verre ordinaire, au-dessous de laquelle se trouve fixée une glace V′ en verre opale faisant avec la première un angle d'environ 45°. Le cadre tout entier est supporté par une planchette P sur laquelle il peut prendre toutes les inclinaisons possibles, en pivotant autour de son bord postérieur et inférieur B ; un écrou de serrage sert à l'arrêter dans la position choisie.

Les deux négatifs développés et séchés à l'alcool, en cas d'urgence, sont placés sur la glace V ; appuyant par leurs bords inférieurs contre deux planchettes mobiles fixées le long de C, les deux clichés peuvent au moyen de vis actionnant ces planchettes être déplacés en hauteur, pour amener la superposition des images ; le déplacement en largeur se fait à la main.

Le cadre est orienté de façon que la lumière du jour ou d'une lampe frappant V′, soit réfléchie sur V.

Les avantages du stéréoscope de Cazes, avec planchette ou pupitre en bois, pour l'examen des épreuves sur papier, et avec le cadre transparent de Chabaud, pour l'examen des négatifs ou positifs sur verre, sont les suivants, d'après Marie :

1° Réglage facile et précis ;

2° Absence de toute déformation et de tout défaut d'achromatisme dans les images ;

3° Champ très étendu permettant l'examen direct, sans rapetissement, des épreuves 30 × 40 et au delà.

§ 2. — Technique de la radiographie stéréoscopique

Le matériel employé en radiographie générale peut suffire.

Si l'on utilise le support de tube de Ducretet, voici comment l'on opérera : on disposera tout d'abord l'ampoule de façon à ce que la normale, passant par le centre d'émission des rayons de Roentgen sur le miroir anticathodique, tombe sur le milieu de la région à examiner. On mesurera ensuite, avec un mètre, une longueur de 4 centimètres, sur le bras de levier horizontal du support de tube, de chaque côté de la bague de serrage AB (fig. 136), dans laquelle il glisse ; cette longueur de 4 centimètres marquée à droite et à gauche par un trait à la craie, donnera un écart de 8 centimètres entre les deux positions finales du tube. En faisant glisser le support

à gauche jusqu'à ce que le trait *b* affleure le bord B de la bague, on aura une première position de tube 1, dans laquelle on prendra une première épreuve ; on changera ensuite la plaque et on déplacera le tube vers la droite, jusqu'à ce que le trait *a* affleure le bord A de la bague ; le tube sera dans la position 2 et on fera la deuxième épreuve.

Il faudra bien veiller à ce que, pendant ce déplacement du tube vers la droite ou vers la gauche, le bras de levier ne tourne pas sur son axe, sans quoi les points principaux ne seraient plus sur une même ligne horizontale sur les deux épreuves. Il suffira, pour éviter cette rotation, lorsque le tube a été bien orienté dans la position T, de fixer sur l'extrémité libre du bras de levier un carton C, sur lequel on tracera une ligne verticale au moyen du

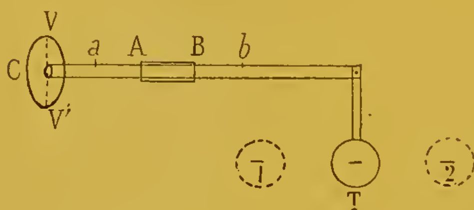


Fig. 136.

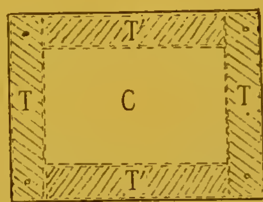


Fig. 137.

fil à plomb ; après chaque déplacement de tube, on s'assurera que cette ligne a bien conservé la direction de la pesanteur.

Le malade devant garder exactement la même situation pendant les deux poses, il faudra pouvoir faire le changement de plaque, sans qu'il ait à bouger. Un dispositif à tiroir, plus au moins analogue à celui qui existe dans la table de Contremoulins, permettra d'arriver au but. Comme l'emploi de deux châssis, l'un pour les plaques 24 × 30 et au-dessous, l'autre pour les plaques 40 × 50 et 30 × 40, suffisent à tous les besoins de la radiographie, le dispositif à employer pourra être le suivant : une planchette horizontale en bois, de forme rectangulaire, mesurant 62 centimètres de long, sur 52 de large, reposera sur deux tasseaux de bois portant à leur face supérieure des goujons qui s'encastreront dans des trous creusés sur la face correspondante de la tablette. Les tasseaux auront une largeur et une hauteur telle que le châssis renfermant une plaque 30 × 40 ou 40 × 50 puisse glisser facilement entre eux et entre la tablette et le plan de la table, à frottement doux. Il faudra disposer de deux paires de tasseaux à goujons qui seront appliqués le long des grands ou des petits côtés de la tablette, selon que le châssis devra être placé en long ou en large sous la partie à radiographier. D'autres tasseaux mobiles sans goujons, de différentes largeurs serviront à caler le châssis sur les deux côtés libres et permettront de centrer la plaque exactement dans la même position pour chaque opération. La figure 137 représente l'appareil vu par sa face supérieure, le châssis situé transversalement et les différents tasseaux en place. La tablette étant supposée transparente, en C se trouve le châssis renfermant la plaque sensible, en T T les tasseaux à goujons et en T' T' les tasseaux libres. Pour retirer le châssis, il suffit de

pousser sur l'un des tasseaux libres ; celui du côté opposé se dégage et l'on s'en sert comme fouloir pour faire sortir le châssis.

Si l'on utilise le châssis 24 × 30, il faut que les tasseaux libres T'T' soient naturellement plus larges et en outre on comble l'intervalle existant entre l'un de ses bouts et l'un des tasseaux à goujons, au moyen d'un nouveau tasseau en bois, de largeur appropriée.

Les tasseaux libres ne sont autres que des intermédiaires photographiques permettant de placer les bords de la plaque en concordance avec les figures rectangulaires tracées sur la face supérieure de la planchette et représentant la position des différents formats de plaque en long et en large.

Chabaud a construit un appareil spécial permettant de prendre facilement les deux épreuves nécessaires à la radiographie stéréoscopique. On en trouvera la figure dans ses catalogues. Nous l'avons utilisé au Val-de-Grâce avec le plus grand profit.

Il se compose d'une planchette horizontale dans l'épaisseur de laquelle glisse à frottement doux le tiroir à plaque, pourvu d'une série d'intermédiaires. Aux extrémités de l'un des grands côtés de la planchette sont fixées deux tiges métalliques verticales sur lesquelles glisse, sur toute la hauteur, une tige transversale. Cette dernière cylindrique à ses extrémités, présente au centre, sur une certaine longueur, une section carrée. Cette partie centrale est divisée ; elle reçoit deux curseurs munis de vis de pression qui servent à limiter le déplacement du tube à droite et à gauche, pendant les deux poses ; un curseur central est armé d'un coulisseau dans lequel glisse une tige portant à chacune de ses extrémités une pince à tube, dont l'orientation est différente. Ces deux pinces pourvues de mouvements divers permettent de faire prendre toutes les positions voulues à tous les tubes, de quelque forme qu'ils soient.

La position à donner à la partie à examiner, la distance du tube à la plaque, la durée du temps de pose, seront telles que nous l'avons indiqué en radiographie générale.

Pour connaître l'écartement d'ampoules nécessaire pour les deux poses, il faudra mesurer la distance D de l'anticathode au premier plan de l'objet, et l'épaisseur P de la région radiographiée ; on obtiendra Δ au moyen de la formule indiquée précédemment, ou en consultant un tableau dressé par Marie et Ribaut. Les trois quantités D, P et Δ doivent être notées ; elles servent pour le réglage du stéréoscope.

§ 3. — Technique de l'examen des épreuves au stéréoscope

La formule suivante indiquée par Cazes[1] comprend tout ce qu'il a à faire pour le réglage du stéréoscope : « *De la moitié de l'écartement des points principaux, retranchez la moitié de l'intervalle des yeux ; la différence évaluée en centimètres est le numéro de la division où vous placerez les*

[1] *Stéréoscopie de précision*, p. 56.

miroirs mobiles ». L'observateur ayant mesuré une fois pour toutes l'écartement de ses yeux, lequel est de 6^c,4, supposons, il lui restera à mesurer chaque fois l'écartement des points principaux sur les deux images accolées par leurs bords correspondants. Les points principaux sont par exemple écartés de 18 centimètres. Pour être ramenés à la distance de 6^c,4, ils doivent être rapprochés par l'appareil de 18^c — 6^c,4 ou de 11^c,6. Chaque couple de miroir aura par conséquent à produire un déplacement égal à $\frac{11^c6}{2}$ ou 5^c,8. On devra donc mettre les grands miroirs mobiles à la division 5^c,8.

Il ne reste plus qu'à placer les épreuves à la distance convenable, qui sera celle de l'anticathode à la plaque, que l'on a utilisée pour la radiographie. Toutefois pour que les images virtuelles produites par les miroirs plans soient égales aux épreuves, il faudra faire une correction indiquée par Cazes : si la distance du tube à la plaque sensible était de 30 centimètres par exemple, on placera les épreuves à 30^c — 5^c,8 ou 24^c,2 des yeux, cette distance étant mesurée en ligne droite. Cette soustraction est nécessaire parce que le stéréoscope employé n'a pas seulement pour effet de déplacer latéralement les images de 5^c,8, mais il les éloigne aussi de la même quantité.

En mettant les épreuves côte à côte sur la tablette ou sur le pupitre, il faut avoir soin de faire coïncider les lignes d'horizon principales qui pourront être considérées comme parallèles aux bords inférieurs des plaques; il faudra, en outre, mettre à droite celle qui a été prise par le tube dans son déplacement vers la droite et l'autre à gauche. Si l'on intervertit la position des deux épreuves on obtient une inversion du relief; une jambe par exemple serait ainsi vue par sa face postérieure, ce que l'on reconnaîtrait à ce que le péroné serait sur un plan antérieur à celui du tibia, au lieu de se trouver plus en arrière, comme dans la position normale. Cette transposition est parfois utile et peut permettre de reconnaître certains détails qui échapperaient à un examen dans un seul sens.

Mais hâtons-nous de dire que lorsque l'on veut faire tout simplement de la stéréoradiographie qualitative, et non de précision, il suffit d'obtenir une image semblable à l'objet et donnant un bon relief. Il faudra toujours prendre l'épreuve avec les précautions indiquées, mais l'examen de l'image pourra se faire sans calculs ; on mettra approximativement les clichés ou les épreuves sur papier à la distance à laquelle se trouvait la plaque sensible du tube de Crookes, puis pendant l'examen on fera varier la distance du système optique et l'écartement des grands miroirs jusqu'à ce que l'on arrive à obtenir la meilleure sensation de relief.

CHAPITRE V

MÉTRORADIOGRAPHIE

Le plus souvent, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, le chirurgien n'a besoin de demander à la radiographie qu'une simple indication destinée à compléter ou à confirmer les renseignements fournis par les autres procédés d'exploration cliniques, et les méthodes de radiographie générale ou de radiostéréographie simple que nous avons indiquées suffisent largement pour remplir ce but.

Mais dans certains cas, une précision aussi grande que possible est nécessaire pour établir un diagnostic exact et mener à bien l'intervention chirurgicale qui peut être indiquée. Il faut alors recourir à la *radiographie de précision* ou *métroradiographie*, terme sous lequel Contremoulins a décrit sa méthode et l'appareil spécial qu'il a créé pour l'appliquer à la médecine et à la chirurgie.

La radiographie de précision s'adresse surtout à la localisation des corps étrangers dans l'organisme. Les résultats les plus précis dans ce genre de recherche sont fournis, sans contredit, par les appareils de Contremoulins ; mais l'on peut ne pas posséder ces appareils dont le prix de revient est élevé et se trouver dans l'obligation de recourir à des méthodes plus simples, quoique suffisamment exactes cependant, pour satisfaire aux besoins de certaines situations cliniques.

Les corps étrangers dont l'on peut avoir intérêt à déterminer la situation dans l'épaiseur des tissus ou dans certaines cavités sont de diverses sortes ; tous peuvent être reconnus à la condition qu'ils soient opaques aux radiations de Roentgen, ou tout au moins possèdent une opacité supérieure à celle des tissus avoisinants. Les projectiles lancés par les armes à feu, et particulièrement les balles, étant parmi les corps étrangers les plus fréquemment rencontrés, ce que nous dirons à leur propos s'appliquera aux autres variétés.

Les procédés employés et décrits sont aussi nombreux que divers et dans le nombre certains n'ont pas grande valeur. Aussi nous contenterons-nous surtout d'indiquer ceux qui se recommandent par leur simplicité tout en étant d'une exactitude suffisante, insistant cependant particulièrement sur celui de Contremoulins dont la précision extrême fait pardonner la complexité apparente.

Pour l'application pratique de cette méthode d'examen de précision, au moyen des rayons de Roentgen, certains opérateurs vantent les procédés radioscopiques, à cause de leur rapidité et généralement de leur simplicité; d'autres, avec juste raison, croyons-nous, préfèrent les procédés radiographiques.

Avant de commencer la description des uns et des autres, voyons tout d'abord quelles sont les données nécessaires au chirurgien pour mener à bien son opération, lorsqu'il se propose d'aller à la recherche d'un corps étranger logé dans l'intérieur des tissus ou fixé dans une cavité. Il doit savoir : 1° où placer son incision cutanée ; 2° quelle direction prendre pour traverser les tissus sous-jacents, sans risquer de blesser des organes importants, tout en se dirigeant exactement vers le but ; 3° à quelle profondeur il s'arrêtera et trouvera le corps étranger.

On voit que les préceptes de médecine opératoire concernant le choix des lignes d'incision, les voies d'accès vers les parties profondes, les points de repère que l'on rencontre en cheminant, trouvent ici leur emploi. Il ne suffit pas seulement de dire au chirurgien, comme s'il se trouvait en face d'un bloc de tissu homogène : pénétrez par tel point de la surface, prenez telle direction et allez à telle profondeur pour trouver et enlever le corps étranger. C'est là malheureusement un reproche qui peut être adressé à certaines méthodes de métroradiographie basées exclusivement sur des données géométriques et qui semblent les mettre en état d'infériorité apparente vis-à-vis de la stéréoradiographie, par exemple.

§ 1. — Procédés employant la radioscopie pour déterminer la position exacte des corps étrangers

Les procédés radioscopiques ne sont pour la plupart qu'une copie des procédés radiographiques, dans lesquels l'écran fluorescent remplace la plaque sensible.

Tous les procédés basés exclusivement sur l'emploi de l'écran sont justiciables des reproches suivants :

a. Ils ne laissent aucun document du cas examiné, sauf un décalque toujours moins complet qu'une image radiographique;

b. Les données fournies dépendent d'une impression momentanée et purement subjective;

c. Une balle située dans certaines régions, dans la tête ou l'abdomen par exemple, peut très bien ne pas être vue à la radioscopie, alors qu'elle apparaît nettement sur la plaque sensible;

d. Il est moins facile de disposer correctement le malade et d'assurer son immobilité devant l'écran, que devant la plaque sensible.

La radioscopie ne doit être employée que comme méthode préliminaire pour déterminer la présence et la situation approximative des corps étrangers de certaines régions; la localisation par certains procédés radiographiques sera ensuite facilitée.

On a proposé d'utiliser la radioscopie pendant le cours de l'opération, de façon à pouvoir suivre la marche du bistouri et de la pince vers le corps étranger. Théoriquement cette idée est séduisante; mais pratiquement nous avons reconnu à plusieurs reprises combien il est difficile au chirurgien de manœuvrer convenablement ses instrumnets derrière l'écran fluorescent, et l'asepsie de la plaie pourrait avoir à en souffrir.

Il est une autre manière d'utiliser l'écran sur la table d'opération, qui a été conseillée dans ces derniers temps, et qui nous semble très rationnelle, dans les cas où le corps étranger est visible à la radioscopie. On commence par déterminer approximativement, au moyen de la radioscopie, la situation du corps étranger, en faisant coïncider son ombre avec celles produites par deux indices métalliques fixés sur la peau, l'un au niveau de la face d'entrée, l'autre sur la face de sortie des rayons de Roentgen qui traversent la région examinée; en déplaçant le tube ou le malade, on cherche la position dans laquelle le corps étranger est le plus rapproché des téguments et se trouve autant que possible au-dessous d'une voie d'accès chirurgical. Les indices laissés en place, le malade est soumis à l'anesthésie, et sous l'écran illuminé à nouveau on va prendre le contact du corps étranger avec une aiguille à acupuncture longue et assez mince, enfoncée autant que possible suivant la direction que suivra le bistouri. On procède alors séance tenante à l'extraction. Si par hasard l'aiguille perdait le contact, pendant le cours de l'opération, un nouvel examen à l'écran lui permettrait de le reprendre immédiatement.

Ces piqûres par aiguilles fines sont complètement inoffensives, même pour des organes délicats, tels que le cerveau, les vaisseaux et les nerfs, et le chirurgien marche ainsi vers le but sans aucun danger de s'égarer.

Il s'agit là sans contredit d'une méthode simple et précise, et nous croyons pouvoir affirmer que c'est la meilleure de toutes, dans les cas où son emploi est possible. Il suffit que le chirurgien dispose d'une table et d'une salle d'opération utilisables pour ces examens à l'écran. Le cheminement d'une aiguille fine à acupuncture se verra très bien à l'écran, dans la plupart des régions, et l'objection que l'on pourrait élever à ce sujet est sans valeur, ainsi que nous avons pu nous en assurer. On pourra au besoin employer une aiguille creuse, dont on garnira le canal avec un fil de plomb.

Perthes vient d'insister récemment[1] sur l'emploi et les avantages de ce mode de recherche, qu'il décrit sous le nom de *ponction des corps étrangers*. Il conseille de se servir d'aiguilles, du calibre de celles qui sont utilisées pour les injections avec la seringue de Pravaz, et les monte sur une pince spéciale à mors en bois, pour que l'ombre portée par les doigts, ne masque pas celle du corps étranger.

L'emploi de la pince nous semble une complication inutile, car on peu disposer les doigts de telle façon qu'ils ne masquent, ni la pointe de l'aiguille, ni le corps étranger.

[1] *Centralblatt für chirurgie*, 1902, p. 841.

Contremoulins[1], avec son esprit sagace et avisé s'est rendu compte du parti que l'on pouvait tirer de la radioscopie, pour la recherche rapide des corps étrangers, et il a imaginé un appareil spécial, qui n'est qu'une application de sa méthode générale de localisation.

Il reconnaît que le procédé radioscopique, ainsi que nous l'avons dit, n'est applicable que dans certains cas, car tous les corps étrangers de l'organisme ne sont pas décelables à la radioscopie.

Il semble croire que l'écran trouvera surtout son application en chirurgie de guerre, dans le service de l'avant, pour les interventions urgentes. Nous avons toujours été et restons d'un avis contraire, et estimons que les rayons de Roentgen ne peuvent et ne doivent trouver leur emploi dans les armées, que dans les formations sanitaires fixes, hôpitaux de campagne temporairement immobilisés, hôpitaux de la zone de l'arrière et hôpitaux du territoire.

C'est, dit-il, en considérant les applications possibles de la méthode à la chirurgie de guerre, qu'il s'est appliqué à séparer les deux opérations fondamentales : 1° la localisation du corps étranger, par rapport à certains repères du voisinage; 2° le réglage du compas qui servira de guide au chirurgien, pendant l'opération d'extraction.

Quoique cette façon de procéder ait tendance à s'implanter dans les mœurs chirurgicales actuelles, j'avoue que personnellement, par souci de ma dignité et de ma responsabilité, je ne prendrai jamais le bistouri, pour aller à la recherche d'un corps étranger, dont je n'aurais pas préalablement constaté moi-même la présence et la situation. Tous les radiographes n'ont pas l'habileté et la conscience de M. Contremoulins, et un jour ou l'autre le chirurgien pourrait regretter la confiance exagérée qu'il aurait accordé à certains praticiens peu scrupuleux, ou maladroits.

Ces quelques restrictions faites, voyons rapidement en quoi consiste la nouvelle méthode.

L'appareil de localisation est constitué par trois organes : tube de Crookes, indicateur d'incidence et écran fluorescent, fixés l'un et l'autre sur un support permettant leur orientation dans différentes directions; ces supports glissent eux-mêmes le long d'une tige rigide, mobile autour d'un pivot horizontal.

On commence par centrer le tube de Crookes de telle façon que son foyer d'émission fasse coïncider, sur l'écran, l'ombre des deux indicateurs d'incidence. On place la partie à examiner au contact de l'écran, on rabat l'indicateur situé du côté de l'entrée des rayons et on fait coïncider l'ombre du corps étranger avec celle de l'indicateur placé contre l'écran. On relève alors l'indicateur antérieur, et on imprime les deux indicateurs sur la peau du sujet; les deux points de contact, marqués au crayon dermographique sont aussitôt tatoués.

Une deuxième incidence est prise, après avoir déplacé la région à exami-

[1] *Bulletins de l'Académie de médecine*, mai 1904, p. 423.

ner de 40 à 90 degrés et ses points d'entrée et de sortie sont repérés de la même façon.

Il s'agit maintenant de procéder au réglage du compas d'opération. Un compas de sculpteur à trois branches étant appliqué sur trois points osseux saillants et faciles à repérer, pris dans la région ou dans son voisinage, on fixera sur sa tige centrale, deux supports verticaux pourvus à leur partie terminale de guides dans lesquels coulisseront deux aiguilles droites dont les extrémités seront amenées au contact de deux des points d'entrée ou de sortie des rayons incidents, marqués par un tatouage ; deux autres aiguilles articulées avec les premières, au moyen d'un support courbe, seront ensuite placées sur les deux autres points tatoués. Le compas ainsi réglé sera retiré, et on enlèvera les deux dernières aiguilles et leur support qui ne sont plus utiles.

Les deux premières aiguilles poussées dans leurs guides, se rencontreront en un point de l'espace répondant à la situation du corps étranger dans l'organisme, par rapport aux points de repère.

Pour schématiser cette opération de réglage, on pourrait dire qu'elle consiste dans l'emploi de trois compas, pouvant être réunis l'un à l'autre d'une façon fixe : un compas de sculpteur, dont les trois branches sont appliquées sur les trois points de repère choisis, et deux compas d'épaisseur, portant, aux extrémités des branches de leur mâchoire, des guides dans lesquels coulissent des aiguilles. Les aiguilles de l'un des compas repèrent l'entrée et la sortie de l'un des rayons incidents, et celles de l'autre compas se comportent de la même façon par rapport au second rayon.

Tuffier[1] renchérissant sur le besoin de simplicité que Contremoulins a reconnu lui-même la nécessité de faire subir à sa méthode, décrit un procédé encore plus élémentaire et réclamant moins d'instrumentation que le précédent.

Au moyen de la radioscopie il fait passer, par le projectile, deux rayons normaux perpendiculaires entre eux, ou délimitant l'un avec l'autre un angle aigu très ouvert; il marque sur la peau, au moyen de repères, le point d'entrée et de sortie de chaque rayon.

Jusqu'à maintenant c'est parfait, et nous avons opéré de cette façon, il y a longtemps, de même que beaucoup d'autres.

Vient ensuite sa méthode de repérage qui nous semble fortement critiquable, surtout parce qu'il veut en faire un procédé de précision. Il applique sur la région une bande d'aluminium, sur laquelle il repère les points d'entrée et de sortie des deux rayons déterminés précédemment; il marque également le siège exact de la lame métallique, en indiquant ses deux extrémités par quelques pointes de feu. Enlevant alors cette empreinte métallique. munie de ses quatre marques, il tend deux fils dont les extrémités passent aux points indiqués et l'entrecroisement de ces deux fils donne la situation exacte du projectile. Faisons simplement remarquer que pendant ces mani-

[1] *Bull. de la société de chirurgie de Paris*, 1er juin 1904, p. 607.

pulations, la lame métallique, flexible par principe, peut se déformer, d'où des causes d'erreur, lesquelles pourront devenir particulièrement importantes, si l'on veut se servir de l'aiguille indicatrice, dont la base fait corps avec la lame métallique et dont la pointe doit indiquer exactement le point d'entrecroisement des fils, c'est-à-dire le centre du projectile.

Lorsque l'on sait, avec quelle minutie, Contremoulins choisit les trois repères osseux fixes qui serviront de points d'appui aux trois branches de son compas-repère, et lorsque l'on voit les écarts notables que peut faire la pointe de l'aiguille indicatrice, en cas de corps étranger un peu profond, suivant que les pieds du compas se déplacent, en faisant glisser la peau, ou ne pressent pas également sur les os, on comprend aisément qu'avec la méthode proposée par Tuffier les fausses directions soient encore plus à craindre. La peau se déplace trop facilement selon la position que prend le malade, position qu'il est difficile de rendre à volonté absolument indentique; en outre, y parviendrait-on, que les téguments sont eux-mêmes sujets à glisser en vertu de leur élasticité, une fois que l'incision opératoire a fait une brèche au maillot cutané, dans le voisinage de l'appui de la bande d'aluminium.

Conservons, à la rigueur, ce procédé, pour déterminer approximativement la situation des projectiles, par rapport à chaque point de la périphérie du corps, mais ne lui demandons pas la précision qu'il ne peut sûrement donner.

Il n'y a qu'un seul moyen de fournir un guide certain, précis et constant au chirugien pendant l'opération, c'est de faire, sous le contrôle de l'écran fluorescent, la *ponction du corps étranger*, comme nous l'avons indiqué précédemment. Cette méthode réalise, en quelque sorte, le tir sur but visible; tandis que les méthodes radioscopiques de Contremoulins et de Tuffier, et même la méthode radiographique du premier auteur ne sont que l'analogue du tir indirect, dont elles présentent tous les aléas, lorsque le but offre des dimensions restreintes.

§ 2. — Procédés employant la radiographie pour déterminer la position exacte des corps étrangers

Des procédés nombreux ont été imaginés, pour résoudre le problème, soit par des moyens physiques appropriés (stéréoscopie), soit par des déductions géométriques.

A. — Méthode stéréoscopique

Les deux épreuves sont prises de la façon que nous avons indiquée, et en les examinant au stéréoscope, on peut apprécier approximativement la situation du corps étranger, relativement à un index métallique placé sur la peau, au niveau de l'orifice d'entrée du projectile, par exemple, ou par rapport à des saillies osseuses normales de la région, que la médecine opéra-

toire nous permet d'aller découvrir facilement et sûrement, le bistouri à la main. Quant à vouloir utiliser la radiostéréographie, pour déterminer la situation et la profondeur du projectile, avec un écart possible de localisation de 2 à 3 millimètres, comme le font Marie et Ribaut, soit au moyen d'une formule algébrique qu'ils ont donnée, soit au moyen de l'appareil dit *stéréomètre* qu'ils ont imaginé, nous trouvons que la méthode est complexe et exige un certain nombre d'opérations délicates qui rendent les causes d'erreurs plus faciles; nous nous abstiendrons, par conséquent de la décrire.

B. — Méthode géométrique

Elle comprend de nombreux procédés dont certains nécessitent un examen radioscopique préalable. On peut les répartir en deux catégories : procédés simples ou élémentaires, et procédés de détermination exacte.

I. **Procédés élémentaires**. — Ils se recommandent par leur facilité et leur rapidité et donnent des résultats suffisants, la plupart du temps, pour permettre de mener à bien l'extraction des corps étrangers des membres.

Pour qu'ils soient valables, ils doivent fournir deux indications au chirurgien : d'abord le repérage du corps étranger par rapport à un point de la surface cutanée, et ensuite la détermination de la profondeur à laquelle il se trouve.

1° Procédés de repérage en surface. — Certains des procédés imaginés ne satisfont qu'à cette condition, en montrant par exemple que le corps étranger se trouve sur la radiographie à telle distance horizontale d'une saillie osseuse perceptible à travers la peau ou d'un interligne articulaire accessible à la palpation; ou bien on repère sa situation en surface par rapport à un index en plomb placé au niveau de l'orifice d'entrée du projectile, ou par rapport à un croisé de fils métalliques dont la position est inscrite sur les téguments au moyen d'un crayon d'aniline.

Dans ces cas on fait tomber le rayon incident normal par le centre du repère choisi ou par le point de croisement des fils métalliques. Si le membre radiographié est peu épais, il suffit de mesurer sur la plaque la distance qui sépare l'ombre du repère de celle du projectile, de la reporter sur la peau et d'inciser au point indiqué. Si le membre présente au contraire un certain volume, ou s'il s'agit de la tête, du cou ou du tronc et que l'ombre du projectile sur la plaque se trouve à une certaine distance de celle du repère, il faut songer que la projection conique a pu éloigner l'ombre du projectile de celle du repère d'une quantité variable suivant que le projectile se trouve plus ou moins éloigné de la plaque. Dans ce cas si l'on incisait la peau à la distance du repère indiquée sur la plaque, on s'exposerait à ne pas trouver la balle. Il est nécessaire de reprendre une nouvelle épreuve, en plaçant cette fois le repère métallique en regard du point de projection du projectile

sur la première plaque et n'utiliser pour l'intervention que les renseignements fournis par cette seconde exploration. On dirigera les recherches opératoires suivant la normale au plan radiographique, sur la ligne passant par la balle, mais on ne saura toujours pas à quelle profondeur il faudra pénétrer pour la découvrir.

2° Procédés permettant d'apprécier la profondeur, d'après les dimensions de l'ombre. — On peut obtenir des renseignements approximatifs à ce sujet, en procédant comme nous allons l'indiquer. On prend successivement, en conservant la même distance du tube à la plaque, deux vues radiographiques par les deux côtés diamétralement opposés de la région, d'avant en arrière, puis d'arrière en avant, je suppose.

En comparant sur les deux clichés les dimensions de l'ombre de la balle et la netteté de ses contours, il est possible de déduire à peu près la profondeur à laquelle elle se trouve.

Si par hasard on connaît les dimensions réelles du corps étranger inclus dans les tissus, on pourra, en les comparant à celles de l'ombre portée sur la plaque, avoir une notion approximative sur sa profondeur, en prenant une seule radiographie.

3° Procédé des radiographies obtenues sous deux incidences perpendiculaires. — Il consiste à prendre successivement deux épreuves dans deux plans réciproquement perpendiculaires : l'une dans le sens antéro-postérieur, l'autre dans le sens transversal, de façon à pouvoir déterminer, au moyen de deux coordonnées perpendiculaires, la situation du projectile en surface et en profondeur, par rapport à un index métallique fixé sur la peau, ou en relation avec un point osseux notable occupant l'intérieur de la partie examinée.

On a dû s'assurer par des recherches préalables, radioscopiques ou radiographiques, que le corps étranger et les repères osseux ou métalliques choisis se trouvent placés sensiblement dans un même plan perpendiculaire à la plaque.

Sur les deux épreuves obtenues de la façon qu'indique le schéma (fig. 138) représentant la radiographie d'un projectile situé dans la cuisse, on aura à la fois l'ombre du projectile et l'ombre des deux index métalliques *b* et *c* fixés sur la peau ; on mesurera sur les clichés les distances *a'b'* et *c'd'* et on les reportera sur les deux faces du membre, par rapport aux index *b* et *c*. Il suffira d'utiliser une équerre métallique dont on mettra les deux branches en relation avec les faces du membre par lesquelles ont pénétré les rayons : chaque branche de l'équerre supportera deux coulisseaux armés d'une aiguille fixée par une pince à mouvement universel ; l'écartement et la position de chaque groupe d'aiguilles ayant été réglés sur l'épreuve correspondante, on comprend qu'en faisant coïncider sur le membre la pointe des aiguilles *b* et *c* avec le centre des index, la position du projectile sera fournie par le lieu d'entre-croisement des deux droites qui prolongeront *a* et *d* (fig. 139).

Si la région radiographiée présente dans son intérieur un point osseux notable, il sera également possible de déterminer la situation du projectile par rapport à lui, et cette nouvelle donnée pourra être très utile au chirurgien dans le cours de l'intervention.

Toutefois pour que le résultat soit d'une précision suffisante, il faut que les deux radiographies soient prises exactement à angle droit et que les

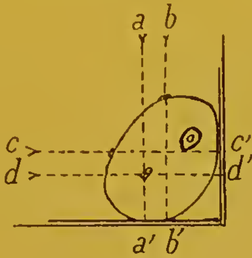


Fig. 138.

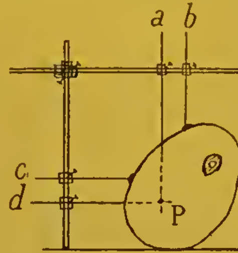


Fig. 139.

deux positions de tube se trouvent dans un même plan perpendiculaire au grand axe de la partie examinée.

Un appareil relativement simple à construire, permet de réaliser ces conditions.

Le plan d'appui pour la partie à radiographier sera constitué par un angle dièdre droit formé par deux planches fixées l'une à l'autre par un de leurs

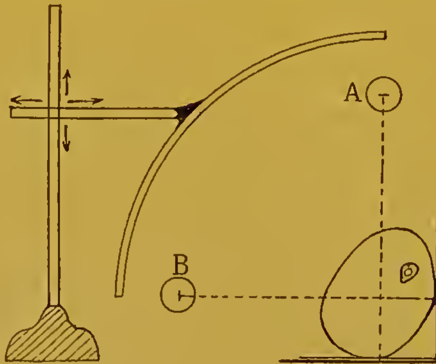


Fig. 140.

bords, et entre lesquelles et la face correspondante du membre seront successivement placées les deux plaques radiographiques. Chacune de ces planches pourra constituer un châssis à tiroir, de façon à faciliter le placement et l'enlèvement des plaques que l'on impressionnera successivement.

Pour être sûr que, dans ses deux positions successives, le tube est bien dans un même plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du membre, qu'il reste à une distance constante du centre de la partie examinée ou du point intérieur où l'on a présumé se trouver le projectile, et que les rayons normaux émis par le foyer dans les deux positions forment entre eux un angle de 90° on peut utiliser un support d'ampoule tel que celui que nous représentons

(fig. 140). A l'extrémité du bras de levier horizontal se trouve fixé un arc métallique représentant le quart de la circonférence d'un cercle de un mètre de rayon et gradué de 0 à 90°. La pince support de tube à allongement variable, glisse le long de l'arc et permet de placer successivement le foyer radiogène aux points A et B, en le rapprochant plus ou moins de la partie à radiographier, selon les besoins.

Si l'on veut prendre avec cet appareil une radiographie de la tête, le sujet étant assis, on fixe verticalement le châssis à angle dièdre servant de plan d'appui, et on place l'arc de cercle en position horizontale, pour prendre les deux épreuves antéro-postérieure et transversale nécessaires.

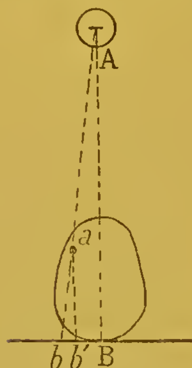


Fig. 141.

Il faudra naturellement veiller à ce que, pendant les deux opérations radiographiques, la tête ne subisse pas le moindre déplacement par rotation ou par inclinaison; pour cela il suffira de l'immobiliser au moyen de serre-tête, de la façon que nous avons indiquée précédemment.

On a adressé au procédé de repérage des corps étrangers par les deux coordonnées, certaines critiques. Le projectile, a-t-on dit, pouvant occuper dans le membre ou dans la tête, une position *a*, par exemple, plus ou moins éloignée du rayon normal AB (fig. 141), son ombre représentera une projection oblique sur le plan du cliché, et s'inscrira sur la plaque en un point *b*, d'autant plus distant du pied *b'* de la perpendiculaird *ab'* abaissée du projectile sur la plaque : 1° que la balle sera plus éloignée du rayon normal ; 2° qu'elle sera plus en avant du plan de la plaque ; 3° que la distance du tube à la plaque sera moindre.

Toutes ces critiques sont parfaitement fondées ; mais nous pouvons éviter à peu près complètement les causes d'erreur susceptibles de se produire en procédant convenablement.

Nous placerons tout d'abord le tube à distance suffisante de la plaque, pour obtenir des rayons faiblement divergents, sinon parallèles ; avec l'emploi de notre appareil à arc, la distance du tube à la plaque sera toujours de 80 centimètres environ, quelque soit le diamètre de la partie à radiographier.

Nous chercherons ensuite par l'examen à l'écran, ou au besoin en sacrifiant deux plaques, à savoir si le projectile est plus rapproché de la paroi antérieure du crâne que de la postérieure, et de la paroi droite que de la paroi gauche. Pour cette détermination on prendra deux radiographies perpendiculaires, en centrant le tube sur un index métallique placé au milieu du front pour la première et contre le bord supérieur du pavillon de l'oreille pour la seconde. Avec les renseignements que nous fourniront ces deux plaques de recherche, nous pourrons éviter les deux premières critiques faites au procédé. Il suffira en effet, pour les radiographies de localisation que nous exécuterons ensuite, de placer la plaque contre le front ou l'occiput, contre la paroi cranienne droite ou gauche, en un mot du côté où la

balle se trouve la plus rapprochée de la surface des téguments ; en outre nous disposerons l'ampoule de façon à ce que le rayon normal passe par les index placés cette fois vis-à-vis le point correspondant à la situation du projectile que nous connaissons maintenant d'une façon approximative.

On sera ainsi à même de connaître d'une façon suffisamment précise l'endroit où se trouve le projectile à extraire, et cela sans qu'il soit nécessaire de recourir à des appareils compliqués, que bien souvent on ne possédera pas.

Ce procédé pourra être avantageusement employé pour déterminer la situation des corps étrangers logés dans la tête, le cou et les membres, sauf leur racine.

4° Procédés par deux poses sur la même plaque, ou sur deux plaques, avec déplacement latéral du tube. — Ce procédé trouve son emploi dans les cas où le précédent n'est pas applicable, c'est-à-dire pour repérer la situation d'un corps étranger logé dans l'abdomen, le bassin, la colonne vertébrale, la racine des membres supérieurs et inférieurs, régions pour lesquelles on ne peut pratiquer commodément deux radiographies à 90°.

On opère comme pour l'obtention des épreuves stéréoscopiques mais avec la latitude de prendre des distances et des écarts d'ampoule quelconques ; toutefois pour que les résultats obtenus aient la précision désirée, il est nécessaire de connaître approximativement au préalable la situation du corps étranger ; on arrive à ce résultat par l'examen à l'écran, ou au moyen de radiographies de recherche ayant pour but de placer, sur une même ligne perpendiculaire au plan d'appui, l'ombre de la balle et celle de deux index métalliques placés l'un en arrière, l'autre en avant de la partie examinée.

Lorsqu'il s'agit de régions de faible épaisseur, on peut employer avec avantage, pour cette opération préliminaire, le *radioscope explorateur de Londe*.

On cherche également à déterminer approximativement la profondeur du corps étranger, de façon à savoir de quelle paroi, antérieure ou postérieure, il se trouve le plus rapproché ; on se base pour cela sur les dimensions de l'ombre qu'il porte sur l'écran ou sur la plaque sensible et sur la netteté de ses contours, en l'examinant d'avant en arrière et d'arrière en avant.

Soit, par exemple, une balle logée dans la poitrine dont nous avons déterminé la situation aux environs du mamelon droit, en un point plus rapproché de la paroi antérieure que de la paroi postérieure du thorax. Nous allons préciser sa localisation exacte en surface et en profondeur, en appliquant la plaque sensible bien exactement sur la paroi antérieure de la poitrine et perpendiculairement au diamètre antéro-postérieur du tronc. Le malade conservant assez difficilement l'immobilité absolue dans le décubitus ventral, il sera préférable de le placer assis devant le dressoir-appui décrit précédemment. Soit P (fig. 142) le plan de projection représenté par la

plaque sensible, S et S′ les deux positions d'ampoule sur une même ligne horizontale parallèle à la plaque et dans un plan vertical passant par le corps étranger. Les ombres b et b' sur le cliché seront les projections de la balle B par rapport aux points de vue S et S′. Connaissant la distance verticale des tubes à la plaque, l'écartement des deux positions de tube, et pouvant mesurer sur la radiographie la distance des deux ombres b et b', nous avons les éléments nécessaires pour construire une figure géométrique

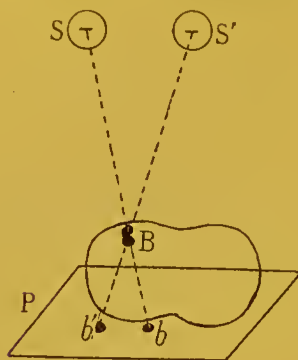


Fig. 142.

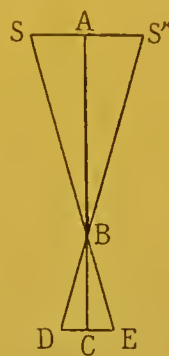


Fig. 143.

(fig. 143) représentant deux triangles semblables opposés par le sommet SBS′ et DBE, qui sont unis entre eux par les relations suivantes :

$$\frac{BC}{AC - BC} = \frac{DE}{SS'} \quad \text{ou} \quad \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{SS' + DE}$$

d'où

$$BC = \frac{AC \times DE}{SS' + DE}.$$

Si l'on représente BC par h, l'inconnue cherchée qui nous donnera la profondeur du corps étranger B au-dessous du point C; AC par H, la distance verticale du miroir anticathodique de l'ampoule à la plaque sensible ;

DE par b, la distance du centre des deux ombres du projectile que nous mesurons sur la radiographie ;

SS′ par a, l'écartement existant entre le centre des anticathodes, dans les deux positions du tube.

Nous obtenons :

$$h = \frac{Hb}{a + b}.$$

Pratiquement l'opération sera conduite de la façon suivante : la balle ayant été repérée en surface et les extrémités de la ligne horizontale passant par le projectile ayant été marquée au crayon d'aniline sur la peau de la poitrine en avant et en arrière, nous disposerons le foyer du tube à 80 centimètres en avant de la plaque et sur la verticale passant par le centre présumé du corps étranger. Le tube étant alors porté en S, à 10 centimètres à

gauche de A, une première radiographie faite dans cette position projettera en E l'ombre du projectile B ; puis, sans déplacer le malade ni la plaque, nous placerons le tube en S' à 10 centimètres également à droite du point A, et nous obtiendrons en D une seconde ombre du projectile. Après avoir développé et fixé la plaque, nous mesurerons la distance qui sépare les centres des deux ombres et trouverons, je suppose, 2 centimètres.

Connaissant H, a et b, nous pourrons alors au tableau ou sur le papier construire graphiquement les deux triangles semblables précédents, à l'échelle vraie ou réduite, et mesurer directement la distance B C ou h qui nous donnera la profondeur du corps étranger.

Mais il sera encore plus simple d'appliquer la formule algébrique énoncée ci-dessus, en donnant aux lettres leur valeur numérique et l'on aura immédiatement h par un calcul rapide :

$$h = \frac{Hb}{a + b} = \frac{80 \times 2}{20 + 2} = \frac{160}{22} = 7 \text{ cent. } 27.$$

Le projectile se trouve donc à 7^c 27 du plan de la plaque. Nous disons du plan de la plaque et non de la peau. Voici pourquoi : la plupart des segments du corps présentant une surface convexe, il se peut fort bien que la plaque sensible n'appuie pas sur la peau, au niveau du point marqué comme lieu de projection du corps étranger sur le tégument.

S'il s'agissait d'une balle logée dans le segment antérieur du crâne et repérée en surface en un point situé en arrière de l'apophyse orbitaire externe, la plaque pendant l'obtention des radiographies transversales du crâne, devant être maintenue en parallélisme avec le plan médian sagittal, appuiera tangentiellement sur la bosse pariétale et sa partie correspondant au point de projection de la balle pourra s'en trouver éloignée de 2 centimètres, par exemple. Il est alors nécessaire, après avoir disposé convenablement la plaque, et avant de mettre les tubes en action, de mesurer au compas la distance $d\,d'$ (fig. 144) qui existe entre le point cutané repéré et le plan radiographique. Si $d\,d'$ est égal à 2 centimètres, la profondeur réelle de la balle, au-dessous des téguments, sera non pas de 5 centimètres, par exemple, comme pourrait nous l'indiquer l'application de la formule $b = \frac{H\,b}{a + b}$, mais bien de 5 centimètres moins 2, soit 3 centimètres.

On évite ainsi une cause d'erreur possible, et l'on élimine une des principales critiques faites au procédé.

Au lieu de recueillir les deux projections du corps étranger sur le même cliché, on peut utiliser une plaque pour chacune des radiographies prises des points de vue SS' ; mais comme il est indispensable que le sujet conserve absolument la même situation pour l'obtention des deux épreuves, il est nécessaire dans ce cas d'employer un châssis à tiroir pour effectuer le changement de plaque.

L'appareil destiné à faire la radiographie stéréoscopique, construit par Chabaud, pourrait être utilisé dans la circonstance, et rien n'empêcherait

d'adopter, comme écartement des deux points de vue, des distances conformes aux règles de la stéréoscopie.

On aurait ainsi l'avantage de pouvoir également, par l'examen des clichés au stéréoscope, juger de la profondeur approximative de la balle et surtout apprécier ses rapports avec des saillies osseuses profondes qui serviraient de guide pendant l'intervention opératoire. De cette façon la méthode géométrique et la méthode stéréoscopique se fourniraient un mutuel appui et faciliteraient la tâche du chirurgien.

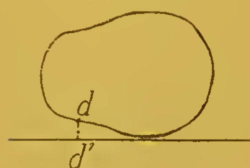


Fig. 144.

Dans le cas où les deux épreuves sont prises sur des plaques différentes, il est à peu près indispensable de relever sur un papier transparent les deux images du corps étranger, pour mesurer leur écartement, car on ne pourrait le faire que difficilement en superposant les deux clichés. Mais comme les plaques ont toujours un certain jeu dans le châssis à tiroir et que l'on doit craindre qu'elles n'occupent pas exactement la même situation pendant les deux poses, il est utile de placer à la surface du châssis deux petits œillets en cuivre, qui resteront fixes pendant les deux opérations, et correspondront à peu près au pied de la verticale abaissée de chaque foyer radiogène ; les ombres qu'ils porteront sur chaque plaque serviront à repérer exactement le papier transparent, lorsqu'on relèvera les deux positions du projectile.

A notre avis, il est préférable de prendre les deux épreuves sur la même plaque, pour simplifier l'opération et en abréger la durée ; c'est ainsi que nous nous sommes comporté dans plusieurs cas où nous avons eu à employer ce procédé, et nous devons dire que les deux ombres portées par le corps étranger ont toujours présenté une netteté suffisante.

Le point délicat réside évidemment dans les opérations préliminaires qui ont pour but de mettre sur une même ligne perpendiculaire au grand axe du corps, à la fois le corps étranger et les deux index en plomb fixés sur les deux faces opposées de la région. Lorsque le corps étranger n'est pas visible à l'écran, nous reconnaissons qu'il faut tâtonner et sacrifier plusieurs plaques, avant d'arriver à la coïncidence.

II. Procédés plus précis nécessitant l'emploi d'appareils spéciaux. — Ils sont très nombreux, parfois d'une grande délicatesse d'exécution et nécessitent l'emploi d'appareils compliqués et d'un prix plus ou moins élevé.

Nommons les appareils de Mergier, de Guilleminot et Massiot, de Mackensie-Davidson, de Harrison, etc... et bornons-nous à faire une étude aussi résumée que possible des appareils de Contremoulins qui sont de beaucoup les plus précis, mais les plus compliqués et les plus coûteux : nous prendrons comme guide la description qu'il en a donnée lui-même, dans la *Revue internationale d'électrothérapie et de radiographie*, en juillet 1898, et dans les *Archives d'électricité médicale*, en 1901.

1° Méthode et appareil de Contremoulins pour la recherche des corps étrangers dans le crane. — Le principe de la méthode est ainsi énoncé : étant donné un projectile contenu dans le crâne, il s'agit de déterminer sa position exacte par rapport à trois points osseux fixes et faciles à repérer sur le squelette. On y arrive de la façon suivante (fig. 145) : sur la racine du nez et les os malaires, on applique les extrémités des trois branches d'un compas de sculpteur relié par sa tige *d* au côté SE d'un cadre rectangulaire dans lequel se trouve fixée la tête; le côté EE′ du cadre supporte la plaque sensible et le côté SS′ les deux tubes de Crookes LL′, maintenus dans des rapports constants avec la plaque et la tête.

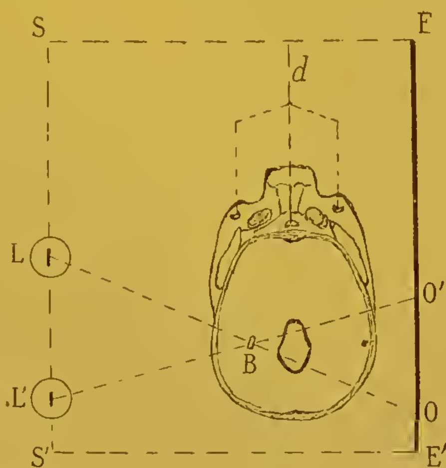


Fig. 145.

On met les deux tubes simultanément ou successivement en action et ils projettent sur la plaque EE′ l'ombre de la balle B, aux points O et O′.

La tête étant enlevée du cadre, sans rien déranger, pour déterminer la position du centre du projectile B dans l'espace, il suffit, d'une part de connaître exactement l'emplacement des deux foyers de production des rayons de Roentgen sur les mirors anticathodiques des tubes, et d'autre part de déterminer avec précision le centre des deux ombres OO′ portées par le projectile sur la plaque. Les deux droites LO et L′O′ représentées par des fils menés par les quatre points ci-dessus se coupent en un endroit de l'espace correspondant au centre du projectile.

Les trois branches du compas restées en place repèrent la position de la face dans l'espace, au moment de l'obtention des épreuves, et vont maintenant servir à préciser la position du centre de la balle dans la tête, par rapport aux trois points choisis sur la face du sujet. Il suffit pour cela de relier une aiguille au corps du compas, et d'en amener la pointe en coïncidence exacte avec le centre de croisement des deux fils.

Pour réaliser dans la pratique ces données théoriques assez simples, comme on le voit, il faut malheureusement recourir à des dispositifs suffisamment compliqués, pour obtenir la rigoureuse précision qui est nécessaire.

a. *Application de la méthode et description de l'appareil.* — Il est indispensable, pour assurer l'immobilisation des différentes parties de l'appareil par rapport à la tête, que le cadre soit appliqué sur cette dernière comme une coiffe adhérente et fixe. On arrive à ce résultat en scellant sur la convexité du crâne, au moyen de plâtre ou de paraffine, une sorte de cimier assujetti par des vis au corps du cadre.

Les trois branches du *compas-repère* sont indépendantes entre elles, de façon à permettre de les appliquer sur les points du squelette les plus favo-

rables et d'exercer avec chacune d'elles une pression suffisante et égale. Au moment où l'on enlève la tête de l'appareil, il faut immédiatement tatouer les trois points d'application du compas sur la peau, dans le but de les retrouver facilement et sûrement au moment de l'intervention chirurgicale.

Les tubes de Crookes sont reliés au cadre par deux supports métalliques mobiles qui permettent de donner aux rayons de Roentgen l'orientation appropriée.

Comme il est nécessaire de prendre plusieurs épreuves radiographiques successives, le châssis photographique a dû être muni de points de repère intérieurs particuliers, constitués par huit petits crans métalliques servant de butoirs à la plaque et percés de petits trous. Les butoirs donnent une impression en clair sur les clichés, avec un point noir central correspondant au petit trou.

Après l'impression des deux plaques sensibles, on dégage la tête et on rend au sujet sa liberté, car toutes les opérations ultérieures peuvent être exécutées en dehors de sa présence. Pour séparer le cadre de la tête sur laquelle il est fixé, sans déranger les rapports de ses diverses pièces, on dévisse le compas-repère et on le dépose sur un support *ad hoc;* plus tard, on pourra facilement lui faire reprendre exactement sa position primitive, grâce à des repères spéciaux. On retire les vis qui relient le bâti de l'appareil au cimier plâtré, et on enlève le cadre en le tirant d'avant en arrière et de bas en haut ; on décolle ensuite la calotte plâtrée et le sujet se trouve libre.

C'est alors que vont se passer les manipulations les plus longues et les plus délicates que nécessite la méthode.

Il s'agit : α) de développer les plaques ; β) de relever sur un plan unique la position des deux ombres portés par la balle ; γ) de déterminer la localisation exacte dans l'espace des foyers des deux tubes de Crookes ; δ) de préciser la situation occupée par le corps étranger dans l'espace ; ε) sa position dans la tête ; ζ) d'utiliser les données acquises pour guider le chirurgien pendant l'intervention opératoire.

α) Le développement et le fixage des clichés ne présentent rien de spécial. On peut les sécher à l'alcool pour aller plus vite et on tire ensuite de chacun une épreuve sur papier au châssis-presse.

β) On va reporter sur une plaque de zinc la position du centre des deux ombres du projectile. Cette plaque viendra tout à l'heure prendre dans le châssis photographique exactement la place occupée successivement par chacune des plaques sensibles ; aussi présente-t-elle faits d'avance des trous percés en regard des trous des butoirs, pour y passer les vis de fixation.

Pour le moment les trous de la plaque de zinc vont servir à placer de petites goupilles, sur lesquelles on enfile l'une après l'autre les épreuves sur papier, percées d'un trou à l'emporte-pièce, au niveau du point noir situé au centre de l'image faite par chaque butoir pendant l'impression. On pointe successivement sur la plaque de zinc le centre des deux ombres du projec-

tile, puis on enlève les épreuves et on remplace la marque de pointage sur le zinc par un trou conique dont le sommet est juste capable de laisser passer un fil fin.

γ) La détermination de la position exacte qu'occupent dans l'espace, c'est-à-dire par rapport au bâti du cadre, les foyers des deux tubes de Crookes, se fait de la façon suivante. Un support métallique AB articulé et relié au bâti (fig. 146) est amené dans une direction parallèle au grand axe du tube. Ce support porte trois branches dont l'une des extrémités est terminée en pointe et percée d'un trou ; les deux branches C et D sont mises au contact de l'anode et de la cathode, de façon à relever l'axe du tube ; la troisième branche est amenée contre la paroi vitrée vis-à-vis le milieu du miroir anodique, hauteur du *foyer supposé* d'émission des rayons X. Après

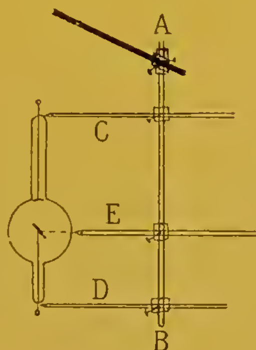


Fig. 146.

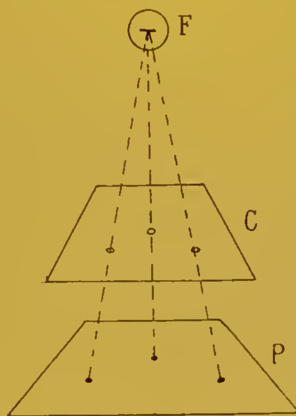


Fig. 147.

avoir enlevé l'ampoule, on fait passer un fil par les trous des trois branches, et on le tend, en déplaçant la branche centrale, jusqu'à ce qu'il soit rectiligne. La position du foyer supposé du tube se trouve au niveau du trou de cette branche centrale.

Mais comme nous savons que le *foyer exact* n'occupe pas forcément le centre du miroir de platine, point où nous avons placé le foyer supposé, nous allons le déterminer expérimentalement, en prenant sur le trajet des rayons X allant du tube à une plaque sensible, des points intermédiaires qui nous permettront, en les réunissant par des lignes droites à l'image qu'ils forment sur la plaque et en prolongeant ces droites, de déterminer un cône dont le sommet sera précisément le centre du point d'émission des rayons X. Pour ce faire, interposons entre le tube et une plaque sensible P (fig. 147), une plaque de cuivre C, de 5/10 de millimètre d'épaisseur, reliée au bâti par des vis, et percée de trois trous disposés en forme de triangle. Les rayons passant par les trois trous de la plaque métallique forment trois images agrandies de ces trous sur la plaque photographique.

On détermine ainsi successivement le foyer supposé et le foyer exact de chacun des deux tubes.

On tire sur papier chacune des deux épreuves, puis on relève sur la pla-

que de zinc mentionnée précédemment les centres des images des six trous et on perfore la plaque de zinc en ces points. Pour cette opération, il faut prendre les précautions déjà indiquées : percer les épreuves au niveau du point noir formé par le trou des butoirs, et enfiler les épreuves sur les petites goupilles fixées à la périphérie de la plaque de zinc. C'est pour obtenir ce repérage exact des épreuves que la lame de cuivre ne doit avoir qu'une faible épaisseur, afin que les rayons X puissent la traverser et donner une image des butoirs qui encadrent la plaque sensible.

La plaque de zinc porte maintenant tous les centres des projections nécessaires : 1° pour déterminer les foyers exacts des deux tubes ; 2° pour préciser la situation du projectile dans l'espace.

On la visse dans le châssis photographique sur les œilletons des butoirs, puis on fait passer des fils par les trous de la plaque de cuivre restée en place, et les trous correspondants de la plaque de zinc ; ces fils tendus viennent se croiser au delà de la plaque de cuivre en un point qui représente le foyer exact d'émission des rayons X par chaque tube. La détermination préalablement effectuée du foyer supposé n'a pour but que de faciliter la mise en place des fils et le réglage plus rapide de la branche E du support métallique A B (fig. 146).

δ) Quand les foyers exacts des tubes ont été ainsi rigoureusement repérés au moyen des pointes des deux tiges E, on supprime les fils et la plaque de cuivre, et on tend deux nouveaux fils allant de l'extrémité de chaque tige E aux trous représentant le centre de l'ombre des deux balles. Ces deux derniers fils s'entre-croisent en un point qui correspond à la position exacte du projectile dans l'espace.

« Dans l'espace, dit Contremoulins, les fils doivent s'entre-croiser en se touchant, mais sans se soulever réciproquement et sans s'écarter l'un de l'autre à ce point d'entre-croisement. Il convient de noter ce détail, car cette précision dans l'entre-croisement est un moyen de contrôle important, puisqu'il permet de vérifier le parfait réglage de l'instrument. Si les fils s'écartent l'un de l'autre, au lieu de se toucher, ou s'il se font dévier réciproquement, on doit en conclure que, par une maladresse quelconque de l'opérateur, l'une des opérations précédentes a été mal faite et doit être recommencée. »

ε) Il ne nous reste plus maintenant qu'à préciser la position du corps étranger dans la tête. Pour cela nous replaçons le compas-repère dans la position exacte qu'il occupait au moment de la prise des radiographies, et nous fixons sur la colonne support de ce compas un bras de levier muni d'une aiguille mobile dont nous amenons la pointe en contact avec le lieu de croisement des deux fils.

ζ) Le *compas-repère* ainsi réglé pourrait être utilisé pour guider l'intervention chirurgicale ; il suffirait de marquer par un trait sur l'aiguille indicatrice, le point jusqu'où elle doit s'enfoncer pour atteindre la balle, ou de limiter sa course par une bague de butée, de replacer exactement les trois pieds du compas sur les points tatoués de la face, d'ouvrir le crâne par un

orifice de trépanation et d'enfoncer l'aiguille à la profondeur déterminée.

L'auteur a jugé préférable de construire un instrument spécial, facilement stérilisable, qu'il dénomme le *compas d'opération* et qui n'est que la reproduction du compas-repère. Pour régler le compas d'opération, comme on ne peut mouler un creux sur un creux, force est de recourir à un nouvel instrument, dit *compas-schéma* qui reproduit en relief tout ce que le compas-repère donne en creux.

D'après les indications de direction et de profondeur fournies par l'aiguille du compas appliqué sur la tête, le chirurgien est en état, grâce à ses connaissances anatomiques, de localiser approximativement la situation du corps étranger dans les tissus, et de savoir s'il a chance de se trouver dans les parties molles extra-craniennes, dans les os de la voûte ou de la base, dans telle ou telle région du cerveau ou du cervelet, dans l'un des os ou l'une des cavités du massif facial. Il utilise également, pour établir cette localisation anatomique, les différentes données cliniques qu'il a pu recueillir, et choisit, en connaissance de cause, la meilleure voie d'accès opératoire.

Une balle logée dans la cavité de l'orbite, par exemple, ne sera pas abordée par la même voie que si elle se trouve dans la partie antérieure du lobe sphénoïdal. Aussi l'appareil est-il construit de telle sorte que l'aiguille indicatrice soit orientable en tous sens et puisse prendre toutes les directions possibles ; elle permet d'atteindre le projectile en passant par n'importe quel point de la convexité, des faces latérales ou de la base du crâne, et pour chaque direction, indique la profondeur à laquelle il faut pénétrer. Au moment même de l'opération, ou pendant son cours, il est encore possible, si cela est nécessaire, de modifier rapidement la direction d'abord choisie.

Pendant l'intervention, l'aiguille indicatrice de l'appareil de Contremoulins joue un rôle précieux : elle sert de conducteur et donne confiance au chirurgien qui ne craint pas de s'égarer, car à chaque instant il peut la remettre en place et redresser sa route au besoin ; lorsqu'il faut parfois pénétrer à une grande profondeur, elle renseigne sur la proximité du but, et encourage l'opérateur à persévérer dans une recherche qu'il pourrait être tenté d'abandonner, si son guide ne lui disait pas que ses efforts sont sur le point d'aboutir.

L'emploi de l'aiguille indicatrice constitue à notre avis l'une des principales supériorités de l'appareil de Contremoulins.

La méthode a en outre le grand avantage de permettre de préciser la situation du corps étranger en profondeur, sans qu'il soit besoin, au moyen de recherches radioscopiques ou radiographiques préalables, de repérer sa situation en surface.

Mais, a-t-on objecté de divers côtés, ce procédé est bien long, bien compliqué, et dans l'exécution de toutes les manipulations qu'il nécessite, une faute de technique peut être facilement commise et entraîner des erreurs de localisation plus ou moins importantes.

L'expérience a démontré nombre de fois, et d'une façon indiscutable, que dans les mains habiles de son inventeur, l'appareil est d'une précision parfaite ; mais tous les radiographes ne peuvent prétendre à la dextérité de main que nous avons admirée à plusieurs reprises, en assistant à des opérations de localisation auxquelles Contremoulins, avec une grande amabilité dont nous lui sommes très reconnaissant, avait bien voulu nous convier.

b. *Simplifications possibles à apporter à la méthode.* — La méthode est-elle susceptible de simplifications ? Oui, à notre humble avis ; et sans lui enlever beaucoup de sa valeur, nous estimons qu'on pourrait adopter les simplifications suivantes :

Faire les deux poses radiographiques sur la même plaque, ce qui permet d'obtenir deux images du projectile juxtaposées et suffisamment nettes, ainsi que nous avons pu nous en assurer à différentes reprises.

Déterminer une fois pour toutes le foyer exact des deux tubes de Crookes utilisés et les laisser à demeure sur un support repéré de telle façon qu'il vienne reprendre exactement sur le bâti, au moment voulu, sa position initiale ; et après l'exécution des radiographies, les remplacer par deux aiguilles réglées d'avance et matérialisant dans l'espace les deux foyers radiogènes.

A la rigueur, dans les cas où l'on serait obligé pour une raison quelconque de donner une position différente aux tubes, ou bien si leur réglage préalable n'avait pas été effectué, on pourrait se contenter de la détermination du foyer supposé, en prenant pour centre d'émission des rayons X, non pas le milieu du miroir, mais le point d'incandescence qui se traduit par une surface dépolie de faible étendue, sur l'anticathode des tubes qui ont un certain temps de service.

On n'aurait plus de la sorte qu'une seule plaque photographique à développer, au lieu de quatre, le tirage d'épreuves sur papier deviendrait inutile et l'emploi des plaques de cuivre et de zinc n'aurait plus de raison d'être.

Il serait en effet très simple de faire reposer le cadre sur le côté où se trouve le châssis photographique, dans lequel on aurait replacé en position convenable la plaque développée et fixée ; les deux fils qui servent à déterminer par leur point de croisement la situation de la balle seraient reliés, par une de leurs extrémités, au chas d'une aiguille implantée dans une petite masse de plomb servant à les mouvoir et à les assujettir en regard du centre de l'ombre de chaque image du projectile, comme cela se fait dans la méthode de Davidson-Mackensie, tandis que leur autre extrémité tendue par un grain de plomb, viendrait se réfléchir sur l'encoche creusée au niveau de la pointe des tiges représentant le foyer des tubes dans l'espace.

Le compas-repère, dont l'aiguille serait réglée sur le point de croisement des fils, servirait en même temps de compas-opératoire, ce qui permettrait de supprimer ce dernier, de même que le compas-schéma.

Avec ces quelques modifications, la méthode de Contremoulins ne per-

drait pas beaucoup en précision, et elle gagnerait énormément en simplicité, rapidité et facilité.

2° Méthode et appareil de Contremoulins, pour la localisation des corps étrangers dans l'organisme en général. — Le but est toujours de localiser le corps étranger logé dans les tissus, par rapport à des points de repère fixes pris à la surface de l'organisme.

La position du sujet couché importe peu, et ce dernier choisit celle qui est pour lui la plus confortable.

De même l'angle d'incidence des rayons, par rapport à la partie où se trouve le projectile, est quelconque, et cependant la précision des localisations obtenues est telle qu'elle ne comporte pas d'écarts de plus de 5/10 de millimètre en pratique.

Ne pouvant décrire en détail toutes les pièces de l'appareil dû à la grande ingéniosité de Contremoulins, contentons-nous, pour donner une idée de la méthode, d'en passer en revue les parties caractéristiques.

a. *Table universelle d'opérations radiographiques de Contremoulins.* — Elle se compose essentiellement : 1° d'un cadre métallique fixé au plafond, cadre qui est destiné à supporter les tubes de Crookes et une série de pièces spéciales créées pour les diverses recherches à exécuter ; 2° de la table proprement dite, fixée au sol et placée exactement sous le cadre précédent, dans une position invariable.

La localisation du corps étranger dans l'espace est faite au moyen de deux projections obliques de l'ombre du corps étranger sur deux plaques distinctes. Après l'exécution des deux radiographies, on enlève le malade et sans déplacer les ampoules, ni le plan sur lequel on a reporté les deux ombres du projectile, deux fils tendus du centre des ombres aux deux foyers radiogènes s'entre-croisent en un point qui représente l'emplacement occupé dans l'espace par la balle, au moment des radiographies.

Il faut donc : pouvoir déterminer dans l'espace la position occupée par le foyer des tubes ; repérer exactement l'emplacement du plan radiographique par rapport aux foyers radiogènes ; préciser la situation du corps étranger dans l'espace, puis à l'intérieur de la région examinée, par rapport à des points de repère fixes pris sur l'organisme, et dont la situation relativement aux foyers radiateurs et au plan radiographique sera également donnée.

Un compas d'opération, tel que celui qui sert pour la localisation des projectiles dans le crâne, pourra alors « à l'aide de ces repères guider l'opérateur pendant l'intervention chirurgicale, en lui laissant la liberté de choisir le chemin opératoire le plus sûr ».

On voit qu'en théorie la méthode est sensiblement la même que celle qui est utilisée pour la recherche des corps étrangers dans le crâne, mais la pratique comporte des variantes nécessaires.

b. *Détermination schématique dans l'espace de la position occupée par le foyer d'un tube de Crookes.* — « Soit un tube de Crookes monté dans une

pince P (fig. 148), solidaire d'un support SM mobile dans une pince fixe PF. Sur le support SM, en BB, une bague de butée limite, à gauche, la course de ce support dans la pince PF, comme d'autre part la pince porte-tube P limite cette course à droite ; de telle sorte que le support peut être déplacé latéralement, dans un même plan, soit à droite, soit à gauche, d'une quantité exactement déterminée par ces deux limites.

A l'extrémité gauche du support, une aiguille, portée par un mouvement universel MU, est orientée de telle façon que sa pointe occupe la position du foyer du tube, quand la butée BB est amenée au contact de la pince fixe PF ».

Au-dessous de ce système appelé *dispositif de repèrage automatique du foyer radiogène*, on place une plaque sensible surmontée d'une plaque métallique percée de trois trous disposés en triangle et l'on prend une pre-

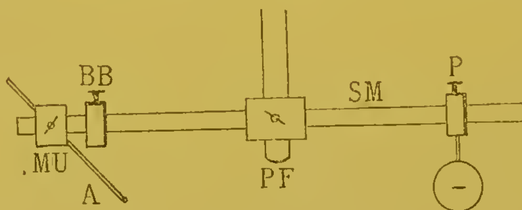


Fig. 148.

mière radiographie après avoir amené la pince porte-tube P, au contact de la pince fixe PF.

On développe la plaque, on amène BB en contact avec la pince PF, puis par les centres des ombres portées par les trous sur le cliché, et par les trous de la plaque métallique, on fait passer trois fils qui s'engagent dans une gorge pratiquée à l'extrémité de l'aiguille A ; la pointe de cette aiguille déplacée jusqu'à ce que les fils soient bien tendus, représentera exactement la position occupée par le foyer du tube dans l'espace, au moment de la radiographie.

Comme le même tube de Crookes sera employé pour les deux poses successives destinées à donner deux projections obliques du corps étranger, il a fallu imaginer un dispositif spécial permettant de déplacer latéralement, et d'une quantité arbitraire le tube après la première pose, et cela tout en permettant de retrouver, au moyen du dispositif de repérage automatique du foyer radiogène, la position occupée par le foyer du tube dans l'espace, dans sa seconde position.

Contremoulins a résolu facilement et simplement le problème, en utilisant ce qu'il appelle le *dispositif d'incidence*.

Voici comment on procède pour les deux poses successives et les opérations de repérage automatique dans l'espace du foyer du tube dans ses deux positions.

Pour la première radiographie, le tube se trouve placé à droite de l'objet à radiographier, en amenant la pince P au contact de PF, par glissement du support SM vers la gauche (fig. 149, A).

Pour la deuxième radiographie, on laisse P au contact de PF, mais l'on déplace vers la gauche la pince mobile PM qui était au contact de BdI, en la faisant glisser sur la tige transversale SdI, ou *support d'incidence*, jusqu'au contact de BdI' (fig. 149, C).

Le support d'incidence disposé horizontalement et parallèlement au-dessus du support SM, est fixé par ses extrémités sur les deux grands côtés du cadre rectangulaire plafonnant, sur lesquels il peut glisser dans le sens de l'axe longitudinal du lit.

Mais avant d'effectuer les radiographies dans les deux positions de tube que nous venons d'indiquer, il est nécessaire de repérer les deux plaques et les deux images qui s'y inscriront, par rapport aux foyers de production des rayons X, en utilisant un *réglette d'incidence*.

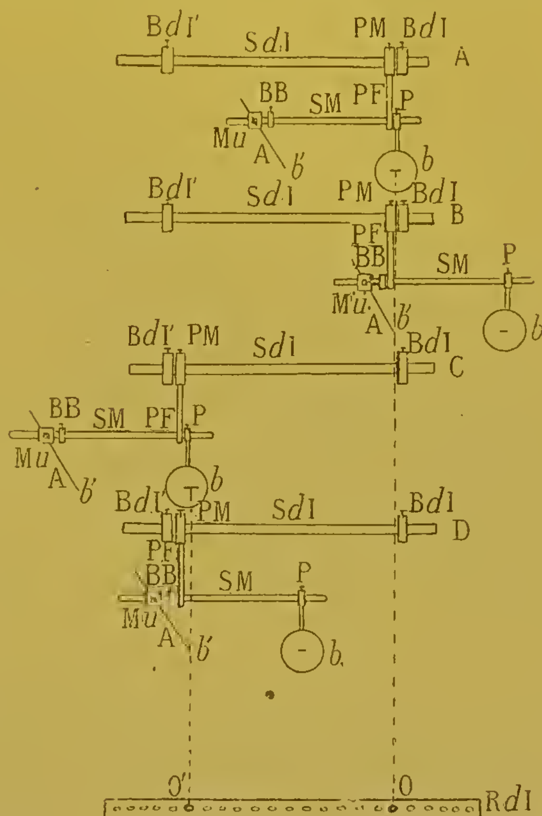


Fig. 149.

c. *Repérage des deux images radiographiques, par rapport aux foyers de production des rayons X.* — La table radiographique porte un dispositif à tiroir qui permet de changer le châssis contenant la plaque sensible, sans déplacer le sujet couché sur le tiroir, et de centrer exactement la plaque au-dessous du couvercle du tiroir.

La réglette d'incidence constituée par une lame d'aluminium percée de trous contigus, disposés suivant sa ligne axiale principale, est mobile entre deux glissières latérales, et peut se fixer, au moyen de vis, au niveau de n'importe quelle partie de l'axe longitudinal du tiroir.

Supposons qu'il s'agisse de rechercher une balle située dans un point quelconque de la poitrine. On dispose la réglette d'incidence vers la partie moyenne de la plaque, et on fait glisser le support d'incidence S*d*I sur le cadre plafonnant, jusqu'à ce qu'il se trouve approximativement dans le plan vertical passant par les trous de la réglette.

On porte alors le support SM vers la droite, mettant la butée BB au contact de la pince PF (fig. 149, B) ; la pointe *b'* de l'aiguille A représente à ce moment la situation qu'occupe dans l'espace le foyer d'émission du tube de Crookes, lorsque celui-ci se trouve dans sa première position au-dessus de la partie droite du châssis. Un fil à plomb étant passé dans la gorge de l'aiguille A, on place un *œilleton* en cuivre dans le trou de la réglette qui cor-

respond à l'incidence, et on déplace la réglette jusqu'à ce que la pointe du plomb coïncide exactement avec le centre de l'œilleton.

On met ensuite le tube dans sa seconde position (fig. 149, C), en faisant glisser la pince PM, au contact de BdI', sur le support d'incidence SdI', puis on reporte le tube vers la droite, par glissement de SM, en amenant BB au contact de PF. On règle comme précédemment le second œilleton O', par rapport à la pointe de l'aiguille A, représentant le foyer d'émission du tube dans sa seconde position (fig. 149, D).

Les images des deux *œilletons d'incidence* s'inscriront sur les plaques photographiques, en même temps que l'image de la région examinée, et les ombres portées par les œilletons serviront à repérer ultérieurement les épreuves obtenues.

Sur chacune des deux radiographies successives qui seront prises, l'œilleton « qui correspond à l'incidence normale à la plaque de la source radiogène en activité produit deux taches circulaires concentriques, l'une, au centre, correspondant à l'image du trou de l'œilleton, tandis que l'autre représente l'ombre portée par celui-ci ; l'autre œilleton produit une *tache ovale pleine*, car il n'est projeté que par des rayons obliques.

En outre, comme ces œilletons ne sont pas directement en contact avec la plaque radiographique, puisqu'ils en sont séparés par les épaisseurs du châssis, du couvercle du tiroir et de la réglette d'incidence, l'écartement de leurs images se trouve être plus grand que leur écartement réel ». Ces différences sont à retenir, car lorsque nous nous occuperons du moyen de repérer les épreuves, nous verrons comment leur correction exacte s'effectue.

d. *Dispositifs employés pour permettre de déterminer la situation du corps étranger à l'intérieur de la région examinée.* — Nous sommes en état de déterminer la distance du corps étranger à la plaque sensible ; il s'agit maintenant de savoir comment nous ferons pour établir sa localisation par rapport à des points de repère pris sur l'organisme.

La description de ces dispositifs n'a pas encore été faite par Contremoulins qui étudie actuellement la question, et espère pouvoir créer un ou deux dispositifs simples et pratiques, applicables à tous les cas.

Ce que nous allons dire à ce sujet ne sera que le résultat des réflexions qui nous ont été suggérées en assistant dans son laboratoire aux recherches nécessaires pour localiser un projectile dans la poitrine, et un autre dans le sacrum, chez deux malades qu'il a bien voulu nous faire l'amitié d'examiner.

Faisons préalablement remarquer que, lorsqu'il s'agit de rechercher un corps étranger dans la poitrine, l'abdomen, le bassin, ou la racine des membres supérieurs et inférieurs, ces régions se présentent dans des conditions d'examen moins favorables que la tête. Au lieu d'une enveloppe rigide, offrant par sa disposition une surface d'appui toute naturelle pour le bâti de l'appareil, et des points osseux saillants, sur lesquels peuvent être appliquées d'une façon ferme, et en dehors du champ radiographique, les trois branches du

compas, on trouve une paroi thoraco-abdominale antérieure mobile, par suite du jeu de la respiration, et sur laquelle les points de repères fournis par les clavicules, le sternum et les côtes ne présentent pas une une fixité absolue.

Si l'on utilise un compas métallique à trois branches, tel que celui de Massiot, pour repérer trois points de la surface, il n'est pas possible de le laisser en place pendant que l'on impressionne les plaques sensibles ; en effet le compas ne peut guère s'appliquer commodément que sur les saillies osseuses situées à la partie antérieure ou postérieure du corps, et les radiographies de ces régions ne pouvant être prises que d'avant en arrière ou d'arrière en avant, les ombres portées par les branches et les pieds du compas s'inscriront sur la plaque et pourront masquer l'image du projectile.

Aussi dans le procédé de localisation des corps étrangers dans l'organisme décrit par Guilleminot[1], et basé sur l'emploi du compas de Massiot, voyons-nous les temps de l'opération se succéder de la façon suivante : mise en place des tubes, de la plaque sensible, du malade, et réglage du compas ; enlèvement du compas et exécution de la radiographie double ; repérage des deux ombres du projectile sur une feuille de carton venant occuper exactement la place des plaques photographiques, pendant leur impression ; détermination exacte de la direction du foyer d'émission des rayons X, au moyen de deux radioguides, et localisation du centre du projectile dans l'espace, au point de croisement des deux tiges des radioguides ; remise en place du compas sur table radiographique et repérage de la position de la balle, au moyen de la tige indicatrice du compas ; application du compas sur le malade, et appréciation de la situation de la balle, d'après les indications de direction et de profondeur fournies par l'aiguille.

La méthode de Guilleminot, comme on peut s'en rendre compte, d'après ce bref sommaire, n'est dans son ensemble qu'un décalque de la méthode employée par Contremoulins pour le crâne ; mais ce qui en altère la précision, c'est l'indépendance qui existe entre le malade, le plan radiographique, les ampoules et le compas-repère, pendant l'obtention des épreuves.

D'après ce que nous avons dit, il n'est guère possible de songer, comme pour le crâne, à unir d'une façon intime le malade aux ampoules et au plan radiographique, de façon que, si la partie radiographiée remue, les tubes et la plaque sensible se déplacent également, et que les trois parties conservent leur parallélisme. Ne pouvant assurer que l'immobilité des plaques et du tube et pas celle du malade, il importe de fixer sur ce dernier les trois points de repère superficiels ; de cette façon ils se déplaceront en même temps que la région et conserveront toujours leurs rapports relatifs avec le projectile, à une condition toutefois, c'est que les trois points osseux soient fixes l'un par rapport à l'autre.

Ceci nous amène à conclure qu'il ne suffira pas de coller trois index métalliques, un sur le sternum et deux sur le milieu de chaque clavicule par exemple, ou bien un sur le fémur et les deux autres sur le bassin, etc... ; cette

[1] *Radioscopie et radiographie cliniques de précision*, Paris, 1900, chez Radiguet.

manière de procéder ne serait possible que pour l'examen de la cavité et de la ceinture pelvienne où les trois points fixes pourraient être choisis sur le bassin lui-même : épines iliaques et pubis en avant, épines iliaques et sacrum en arrière.

Force est donc de chercher une autre solution. Il faut imaginer un compas de sculpteur, dont les trois pieds en bois seront ferrés avec un index en métal suffisamment épais, pour former ombre. à travers l'abdomen ou le bassin, sur la plaque sensible, et il est nécessaire de maintenir les trois branches du compas exactement fixées sur les points de repère osseux choisis, pendant toute la durée des deux radiographies.

Contentons-nous de dire un mot des dispositifs provisoires que nous avons vu Contremoulins employer, pour deux de nos malades.

Chez le premier, il s'agissait de localiser une balle située dans la région sacrée. Il prit ses trois points de repère sur les épines iliaques postéro-supérieures et sur la pointe du sacrum, releva leurs rapports réciproques, puis fixa sur une planchette trois petites colonnettes de bois à la distance voulue et régla leur hauteur par tâtonnement. L'extrémité libre de ces trois colonnettes fut garnie d'un index métallique.

La planchette ainsi préparée fut posée à plat sur le couvercle du tiroir contenant le châssis photographique et le malade fut couché sur l'appareil, les trois points osseux précités appuyant exactement et également sur le sommet des trois colonnettes ; le bassin se trouvait ainsi surélevé de quelques centimètres au-dessus du plan radiographique. Après l'exécution des deux poses, le malade se leva, et l'emplacement des trois index qui avaient laissé, par suite de la pression, une trace nette sur la peau, fut fixé par tatouage.

Nous devons dire que le sujet ne se trouva pas très bien dans cette position perchée, qu'il supporta néamoins avec patience. Nous croyons que, dans le cas particulier, il eut suffi de fixer les trois index sur la peau, au moyen de collodion et de maintenir le bassin élevé en le faisant reposer sur une sangle rigide ; le résultat eut été le même et la position moins pénible.

Le second malade portait une balle logée dans l'hémithorax droit. Après avoir pris trois points de repère sur les clavicules et le sternum. on utilisa également une petite planche sur laquelle on fixa trois colonnettes de bois, en leur donnant l'écartement et les longueurs réciproques voulues, pour que leurs extrémités garnies d'un index métallique vint appuyer pareillement sur les trois points choisis. La planchette fut maintenue appliquée contre le thorax, au moyen d'une planche transversale pressant sur elle par son milieu. et fixée à ses extrémités par des cordes. sur les côtés de la table radiographique ; on veilla à ce que la pression faite sur la peau, par les trois colonnettes, fut égale.

c. *Production et utilisation des épreuves pour les recherches de localisation.* — On impressionne successivement deux plaques, le tube étant mis dans les positions A et C (fig. 149).

Le sujet peut alors se retirer, car sa présence devient inutile, pour les opérations subséquentes.

Les deux clichés sont développés, fixés et lavés sommairement, puis passés au formol et séchés à l'alcool.

Sur les grands côtés du cadre métallique plafonnant, en avant du support d'incidence, on fixe une barre métallique transversale A (fig. 150), sur laquelle coulisse une tige verticale B, affectant la forme d'un T renversé, et portant sur sa portion horizontale deux pinces munies d'aiguilles CC', coulissant dans des guides.

Ce nouveau dispositif permet de déplacer, dans les trois dimensions de l'espace, les aiguilles CC' qui viennent par leur pointe relever le foyer de chaque tube de Crookes dans l'espace, foyer dont la situation est donnée par le dispositif de repérage automatique amené en position B et D (fig. 149).

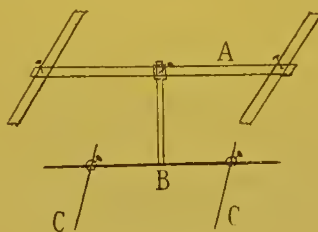


Fig. 150.

On peut à ce moment enlever ce dernier dispositif qui devient inutile, mais on vérifie d'abord l'exactitude des foyers que l'on vient de repérer. Il suffit pour cela de passer un fil à plomb dans la fente que porte chaque aiguille CC' (fig. 150) à son extrémité, et de voir si la pointe du plomb tombe exactement dans le centre du trou de l'œilleton d'incidence correspondant. Avec une feuille de papier à calque, on relève l'écartement des deux œilletons placés sur la réglette d'incidence, et on réunit ces deux points par une ligne droite.

On enlève le tiroir radiographique, en dégageant les tenons qui le maintiennent fixé sur la table ; puis dans quatre douilles encastrées dans la table, on place quatre supports, sur lesquels repose une plaque d'acier occupant exactement la même situation que les plaques sensibles pendant leur impression. « On a dès lors, en cette plaque d'acier, le plan radiographique matérialisé au-dessous des foyers d'incidence, également matérialisés par les chas des aiguilles, et c'est sur ce plan qu'il reste à reporter les images obtenues. »

On relève, sur la feuille de papier calque mentionnée précédemment, l'ombre portée par la balle sur le premier cliché et les trois ombres des indices métalliques, après avoir eu soin de faire coïncider l'un des œilletons d'incidence repéré sur la réglette, avec celui qui se présente sur la plaque sous forme d'une image constituée par deux cercles concentriques, et l'on met l'autre sur la ligne droite qui a été tracée.

On place ensuite la feuille de papier calque sur le deuxième cliché, en faisant coïncider l'autre œilleton d'incidence de la réglette avec l'œilleton qui s'est imprimé normalement sur la plaque et en mettant simplement le second en bonne direction ; on relève de même l'ombre de la balle et des trois indices sur ce cliché.

Il reste à reporter, sur une feuille de métal ou de carton mince et très résistant, les données inscrites sur le papier calque.

A la place de chacun de ces points repérés par une lettre ou un chiffre

sur le transparent et sur la feuille de carton, on perce un trou dans lequel on passe un fil arrêté en-dessous par un nœud.

La feuille de carton mise sur le plan radiographique à ce moment, doit occuper une position telle que deux fils à plomb tombant des deux foyers du tube coïncident exactement avec le trou des deux œilletons. On la fixe solidement à la lame d'acier, au moyen de boutons spéciaux, passant par un des nombreux trous dont est percée d'avance la lame métallique et traversant la lame de carton.

On relève les quatre fils correspondant à l'image de droite et on les fixe sur le chas de l'aiguille représentant le foyer du tube de gauche ; on place de même les quatre fils de l'image de gauche, sur l'aiguille de droite.

Les huit fils bien tendus s'entre-croisent dans l'espace en quatre points qui correspondent à la situation du projectile et des trois index métalliques placés sur la peau.

Il suffit maintenant de faire coïncider les trois branches d'un compas-repère analogue à celui qui sert pour le crâne, avec les trois points d'entre-croisement répondant aux indices, puis de brancher sur le compas une aiguille indicatrice dont on amène l'extrémité en contact avec le point d'entre-croisement des deux fils allant du centre de l'ombre des projectiles au foyer des tubes.

Il ne reste plus qu'à régler le compas-schéma et le compas d'opération de la façon connue.

Il est impossible de nier la complexité et la longueur des opérations que nécessite la méthode de Contremoulins, comparativement à celle de Guilleminot par exemple, mais sa grande précision fait excuser ces défauts. Terminons en disant qu'il est beaucoup plus facile de la comprendre et de l'apprendre, lorsqu'on en voit exécuter les différents temps, qu'en lisant toutes les descriptions que l'on peut en donner.

TROISIÈME SECTION

TECHNIQUE RADIOSCOPIQUE

La radioscopie consiste à examiner, sur un écran fluorescent, les ombres portées par un corps constitué par des tissus ayant un degré d'opacité différente, et traversé par les rayons de Roentgen.

Cette méthode d'investigation présente sans contredit beaucoup moins d'intérêt pour le chirurgien que la radiographie. Elle ne permet pas, comme cette dernière, de conserver une image objective de la partie examinée; elle peut ne pas traduire à notre œil des lésions réelles, mais minimes, de certains tissus ou organes, et ne pas nous montrer une balle située au milieu de parties épaisses, ou un calcul logé dans les voies urinaires. Cela provient de ce que sur l'écran, l'intensité et les détails de l'image n'augmentent pas avec la durée de l'examen, si toutefois l'œil de l'observateur a acquis, par un séjour préalable à l'obscurité, toute la sensibilité dont il est susceptible; tandis que la plaque photographique au contraire additionne les impressions qui lui sont transmises, et donne des images plus nettes et plus détaillées, à mesure qu'augmente le temps de pose, jusqu'à certaines limites naturellement. En un mot, l'une donne la précision, l'autre permet la rapidité.

Cependant comme la radioscopie, malgré toutes les critiques qui lui ont été adressées, peut rendre des services appréciables au chirurgien, dans beaucoup de cas, tels que la recherche et l'extraction des corps étrangers logés dans l'organisme, la réduction des fractures et des luxations faite sous le contrôle de la vue, la constatation de l'influence que les lésions chirurgicales des viscères thoraciques et abdominaux, peuvent avoir sur la mobilité physiologique de certains de ces organes, l'étude de modifications intimes dans la mécanique articulaire que l'on ne peut déceler que pendant les mouvements des jointures, et qu'en général, pour l'observation de grosses lésions, elle a sur la radiographie l'avantage de la simplicité et de l'instantanéité, nous devons consacrer quelques développements à la description des procédés généraux d'examen basés sur l'emploi de l'écran fluorescent.

Le matériel en usage pour produire les rayons de Roentgen destinés à éclairer l'écran, ne diffère pas essentiellement de celui que l'on utilise pour la radiographie. Toutefois la radioscopie, pour donner tout ce dont elle est capable, nécessite certaines modifications légères dans la disposition et le fonctionnement de ce matériel.

La source électrique sera en général plus puissante pour la radioscopie, que pour la radiographie, car le transformateur à employer doit fournir des étincelles sinon plus longues, du moins plus fournies, et en quelque sorte continues. L'interrupteur aura besoin d'être d'une grande fréquence, et le Wehnelt, ou le Contremoulins-Gaiffe se trouveront admirablement appropriés à cet emploi. Pour prévenir l'échauffement trop prononcé du miroir de l'ampoule, sous l'influence des courants intenses, il sera avantageux d'employer les tubes spéciaux à anticathode refroidie, dont nous avons parlé.

Ces conditions sont nécessaires, si l'on veut obtenir l'éclairement continu de l'ampoule et l'illumination ininterrompue de l'écran. Rien n'est en effet fatigant pour l'œil, comme de faire un examen sur un écran qui ne s'illumine que par intermittences ; l'observation est rendue difficile, et certains détails de l'image peuvent échapper.

D'autre part, comme la netteté de l'image sur l'écran n'augmente pas avec le temps de pose, il est nécessaire d'opérer avec des ampoules de grandes dimensions admettant une alimentation intense, et fournissant un rendement considérable en rayons X.

Les machines statiques à plusieurs plateaux, présentent un avantage spécial, pour la radioscopie : elles fournissent un courant de haute tension et de faible intensité, à décharge en quelque sorte continue ; il en résulte que le miroir du tube rougit peu, et que l'écran est éclairé d'une façon fixe.

Nous connaissons la forme et la constitution des différents écrans fluorescents et phosphorescents. Nous savons aussi que, si les plaques radiographiques placées dans le châssis de pose, ou dans l'enveloppe de papier noir, peuvent sans aucun inconvénient être impressionnées dans un endroit normalement éclairé, l'examen à l'écran ne peut se faire que dans l'obscurité, soit que l'observateur fasse la nuit dans la pièce, soit qu'il utilise les instruments dits *fluoroscopes* qui ne sont que de petites chambres noires isolant les yeux et la face active de l'écran, de la lumière ambiante, soit tout simplement qu'il jette sur sa tête et l'écran et un voile noir, comme on le fait en photographie pour l'examen de l'image sur la glace dépolie.

Il ne faut pas oublier que la sensibilité de la rétine augmente notablement comme l'ont démontré les recherches de Béclère et Parinaud, lorsque l'observateur est resté quelques minutes dans l'obscurité, avant de se mettre à lire sur l'écran ; ce n'est du reste là qu'un fait analogue à celui qui se produit lorsqu'on passe du plein soleil à la lumière diffuse ; il faut un moment pour que l'œil s'habitue au niveau milieu et que l'on puisse y voir nettement. Toutefois l'acuité visuelle de l'observateur restera toujours moindre lorsqu'il pratique un examen à l'écran, dans la chambre noire, que lorsqu'il examine une radiographie en plein jour. C'est encore là une cause d'infériorité de la radioscopie par rapport à la radiographie.

En radioscopie, comme en radiographie, les mêmes règles générales concernant la position de l'ampoule, de la partie observée et de l'écran, sont applicables, mais nous devons toutefois insister sur certains points de technique radioscopique : les supports d'écran, les supports d'ampoule, les dia-

phragmes et repères d'incidence, et certaines positions particulières à donner au malade, spécialement pour l'examen du thorax.

§ 1. — Supports d'écran

L'écran peut être tenu à la main par l'observateur, ou fixé sur des supports de diverses sortes, permettant plus ou moins ses déplacements dans différentes directions, pendant le cours même de l'opération.

Pour l'examen de certaines lésions, il est avantageux de tenir l'écran à la main; on peut ainsi l'incliner à volonté dans différents sens, le mieux appliquer, suivant les besoins, sur telle ou telle région que l'on a plus particulièrement intérêt à examiner; mais il ne faut pas oublier que l'on peut de

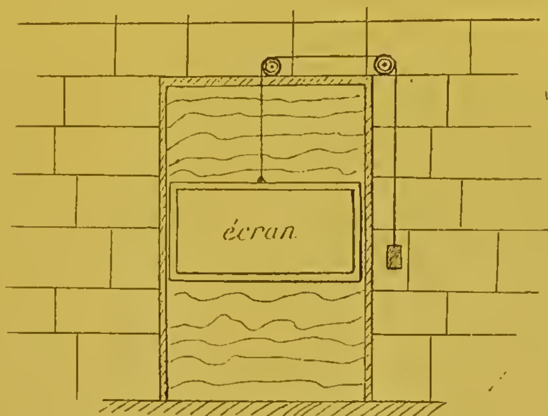


Fig. 151.

la sorte avoir des images représentant des projections obliques, et en tenir compte pour l'interprétation des constatations faites.

En règle générale il faut placer l'écran comme la plaque photographique, dans un plan vertical tangent à la face antérieure, postérieure ou latérale de région observée, de façon à obtenir des images comparables. Il suffit de le placer entre les mors d'une pince portée par un support fixé à la muraille, ou reposant sur le sol au moyen d'un pied lourd; on le met à la hauteur convenable, par l'intermédiaire de glissières ou de crémaillères manœuvrées à la main, au moment où l'on dispose le sujet, et avant d'éclairer l'ampoule.

Béclère a fait adapter l'écran au châssis vertical porte-tube qu'il utilise. A cet effet, deux équerres, fixées à la partie supérieure des montants verticaux du cadre extérieur du châssis, supportent, par l'intermédiaire de deux cordes passant sur quatre poulies de rappel, l'écran qui tombe naturellement dans un plan perpendiculaire au châssis. Deux contre-poids lui font équilibre et permettent de le monter et de le descendre à volonté à la main.

Mais il est de beaucoup préférable, pour l'examen du thorax en particulier, le malade étant debout ou assis, de recourir au moyen de fixation suivant. Le châssis supportant l'écran fluorescent est engagé dans les rainures d'un cadre en bois, où il est fixé par deux taquets mobiles; ce cadre cou-

lisse entre deux montants verticaux en bois, et peut s'élever ou s'abaisser à volonté, de façon à être placé à la hauteur de la partie à examiner; il est maintenu en position par un contre-poids constitué par une masse de plomb fixée au bout d'une ficelle venant s'attacher au bord supérieur du cadre et se réfléchissant sur des poulies.

Ce support vertical d'écran peut être mobile, de façon à permettre son transport dans n'importe quelle partie de la pièce où l'on a fait préalablement l'obscurité.

Toutefois, si la disposition des locaux s'y prête, mieux vaut le fixer dans une baie ménagée dans la cloison de séparation de deux pièces du laboratoire, dont l'une correspondant à la face fluorescente de l'écran sera la chambre noire photographique. Dans ce cas, au-dessus et au-dessous du cadre mobile se trouvent deux rideaux en étoffe noire, imperméables à la lumière, plissés en forme de soufflet, ce qui leur permet de se prêter aux mouvements d'ascension et de descente de l'écran, tout en obturant les parties de la baie qui ne sont pas occupées par celui-ci (fig. 151).

Lorsqu'on utilise le local comme chambre noire, un grand rideau épais coulissant au moyen d'anneaux sur une tringle horizontale, permet d'obturer toute la surface de la baie et empêche la filtration de la lumière par les interstices qui pourraient rester libres.

§ 2. — Plan d'appui pour le malade

Pour examiner le malade couché, on utilisera avec avantage le lit à bascule que nous avons décrit précédemment et dont nous avons indiqué le fonctionnement et le mode d'emploi.

Le plus souvent l'examen se fait, le malade étant debout, ou quelquefois assis. Dans ce dernier cas il est bon d'employer une sorte de tabouret de piano pouvant se disposer à hauteur convenable, grâce à la vis supportant le siège. Ce dernier sera en forme de bicyclette, de façon à ce que le malade se trouve assis presque debout, les cuisses faisant un angle obtus très ouvert avec l'abdomen, pour ne pas refouler les organes digestifs vers le haut, et gêner le libre fonctionnement du diaphragme.

Le malade debout est placé en contact avec l'écran, sur la face non sensible duquel il appuie légèrement par la région antérieure, la région postérieure ou postéro-latérale du thorax, selon que l'on désire pratiquer une radioscopie postéro-antérieure, antéro-postérieure, ou oblique de la poitrine. Pendant l'examen, si l'on désire mettre, tel ou tel point du côté droit ou du côté gauche du corps, plus particulièrement au centre de l'écran, on demandera au malade de se déplacer dans le sens voulu, car l'écran fixé, comme nous l'avons dit, peut s'élever ou s'abaisser à volonté, mais n'est pas susceptible de déplacements transversaux. Ce mouvement latéral du malade est aussi nécessaire lorsque la poitrine est très développée en largeur, car l'écran de 40 centimètres de haut sur 50 de large que l'on emploie communément ne permet d'encadrer que les thorax de largeur moyenne.

Pour les examens d'ensemble de la poitrine, nous donnons toujours à l'écran, au corps et à l'ampoule, des dispositions réciproques identiques, de façon à ce que les décalques de l'image que nous prenons sur papier transparent puissent être comparés, soit qu'ils concernent le même malade, ou des malades différents.

Le sujet debout, les pieds fortement ouverts, appuie bien la face antérieure de la poitrine contre le plan de l'écran, en cas d'examen postéro-antérieur, le menton relevé étant placé à cheval sur le bord supérieur du cadre. Deux index de plomb épais, en forme de cupule, ont préalablement été fixés sur les mamelons au moyen de collodion, et une tige de plomb placée sur la ligne médio-sternale, est attachée en haut par une ficelle nouée autour du cou et en bas par une ceinture en tissu élastique entourant l'abdomen. L'ampoule est disposée à 40 centimètres de l'écran ou davantage selon la puissance de la source radiogène et centrée de telle façon que le rayon incident normal passe au point d'entre-croisement de deux lignes : l'une verticale suivant les apophyses épineuses des vertèbres, l'autre horizontale, tangente à la pointe des omoplates, les bras bien tombants. Pendant l'examen, on commence par relever sur le papier calque l'ombre des trois repères métalliques et ensuite seulement le contour du thorax et les détails intéressants : lignes représentant les maxima d'ascension et de descente des deux moitiés de diaphragme, contour du cœur, etc.

Pour pratiquer l'examen antéro-postérieur, c'est le dos au contraire qui vient appuyer contre l'écran ; les repères en plomb sont restés en place et l'ampoule est centrée sur le point correspondant à l'entre-croisement de la ligne médio-sternale et de la ligne bimamillaire.

§ 3. — Support d'ampoule

Le support d'ampoule employé en radioscopie doit satisfaire à certaines conditions qui ne sont pas exigibles pour la radiographie.

Pour déterminer les dimensions exactes d'une ombre portée par un opaque normal ou pathologique situé dans la cavité thoracique, le cœur, ou une poche remplie de liquide par exemple, il faut pouvoir en délimiter le contour, au moyen d'une série de rayons normaux tangents à la périphérie de l'opaque.

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire, d'une part que l'ampoule puisse être déplacée facilement et à volonté dans le plan vertical et dans le plan transversal, tout en restant éclairée, et d'autre part qu'elle soit disposée de telle façon que le rayon incident central soit normal au plan de l'écran.

Mais, même en dehors des mensurations d'organes ou de cavité, on a fréquemment besoin, après avoir jeté un coup d'œil d'ensemble sur la poitrine, d'examiner plus particulièrement tel ou tel point, un sommet du poumon par exemple ; dans ce cas encore il est avantageux de pouvoir déplacer rapidement l'ampoule, sans interrompre le courant.

L'appareil suivant qui n'est qu'une copie de ceux qui ont été imaginés par différents opérateurs et constructeurs, nous semble satisfaire à tous les desiderata.

L'ampoule logée de préférence dans une boîte analogue à celle de Williams sera fixée sur son support, de telle façon que la fenêtre destinée à laisser passer le cône émergent de rayons X, soit face à l'écran. La boîte à ampoule sera supportée par un cadre A (fig. 152) qui peut se déplacer transversalement, en coulissant dans un second cadre B, lequel peut s'élever ou descendre entre les deux montants verticaux du grand cadre C ; ce dernier est fixe et repose sur le sol par des pieds lourds, en équerre.

Pour assurer la manœuvre des deux cadres, et permettre d'imprimer à l'ampoule les déplacements voulus, pendant le cours de l'examen, il est

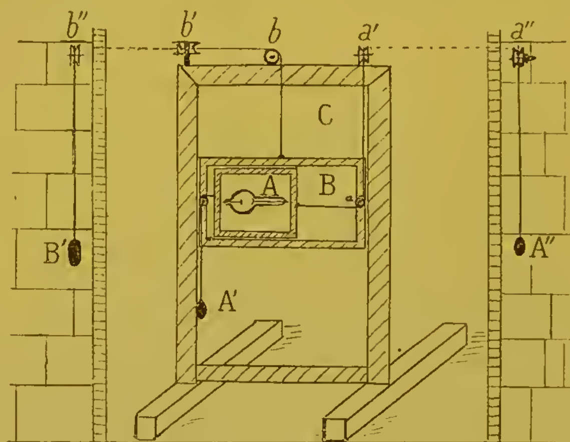


Fig. 152.

avantageux que les organes de commande soient à portée de la main de l'opérateur. Le moyen le plus simple consiste à recourir à des cordes se réfléchissant sur des poulies de renvoi et portant des poids et contre-poids convenables à leurs extrémités. On peut agencer le système de la façon suivante, dans le cas où l'écran se trouve encastré dans la cloison séparant la chambre noire de la pièce où se trouvent les appareils et le cadre porte-ampoule placé vis-à-vis de lui.

Une corde attachée au bord supérieur du cadre B se réfléchit sur deux poulies, l'une verticale *b*, l'autre horizontale *b'* fixées à la partie supérieure du grand cadre B ; elle traverse ensuite la cloison, s'appuie sur une autre poulie verticale *b''* et se termine par un poids B' faisant équilibre au poids des deux cadres et de l'ampoule. Cette corde, à portée de la main gauche de l'opérateur permet en tirant sur le poids B' ou en le soulevant, de faire descendre ou monter l'ampoule.

C'est le déplacement transversal du petit cadre qui présente le plus de difficultés et vient compliquer la manœuvre. Le cadre A porte attaché, sur son côté vertical gauche, une corde qui se réfléchit sur une poulie fixée sur le côté correspondant du cadre B ; au bout libre de la corde pend un poids A'.

Sur l'autre côté vertical du cadre A s'attache également une corde, se réfléchissant sur une première poulie verticale fixée sur le côté symétrique du cadre B, puis sur deux autres poulies verticales, l'une placée à la partie supérieure du cadre C, l'autre du côté opposé de la cloison ; elle se termine par une charge A″, de poids égal à A′.

Le déplacement de l'ampoule vers la droite s'obtient en maintenant de la main gauche le poids B′, et en tirant de la droite sur A″ ; si inversement on soulève le poids A″, la translation du tube se fera vers la gauche. Pour monter ou abaisser l'ampoule, c'est au contraire la main gauche qui soulève ou descend le poids B′, tandis que la droite se contente de soutenir le poids A″, le laissant prendre naturellement une position plus basse ou plus élevée.

Pour simplifier l'appareil, on peut tout simplement conserver le système permettant le déplacement vertical de l'ampoule qui est le plus important ; on demandera au malade de se porter à droite ou à gauche, suivant les besoins, ou bien l'on fera exécuter les mouvements transversaux voulus au cadre A, par la main d'un aide agissant directement sur lui.

§ 4. — Indicateur d'incidence et diaphragme a ouverture variable

Dans la description de la technique radiographique, nous avons déjà parlé de l'importance que présente la détermination du rayon incident normal, surtout lorsqu'il s'agit de recherches de précision.

En radioscopie, le sujet étant généralement examiné debout, et le procédé du fil à plomb ne trouvant plus son emploi, puisque les rayons suivent un trajet horizontal, nous devons nous demander comment l'on peut déterminer le rayon incident normal. Plusieurs dispositifs dits *indicateurs d'incidence* ont été décrits par Virgilio Machado, Bertin-Sans, Moritz, etc.

Nous nous contenterons de parler de quelques-uns de ces appareils choisis parmi les plus simples. Lorsque le tube est libre et fixé tout uniment dans une pince, par un de ses prolongements, il est nécessaire de repérer sa situation exacte, chaque fois qu'on le met en place. L'indicateur d'incidence conseillé par Béclère[1], consiste en deux croix métalliques placées en regard de l'ampoule, l'une au-devant de l'autre, parallèlement à l'écran, et séparées entre elles par un intervalle de 10 centimètres environ. Le tube étant éclairé, on modifie sa position à l'aide de deux vis de réglage jusqu'à ce que les deux croix projetées sur l'écran se confondent en une seule ; on est certain qu'à ce moment le *rayon normal* passe par les deux points d'intersection des branches. On enlève alors l'une des deux croix et on laisse l'autre en place de façon à avoir constamment figuré sur l'écran le point d'incidence normal. Il est ainsi très facile de faire passer à

[1] *Arch. d'élect. méd.*, 15 juin 1901 et 15 octobre 1902.

volonté le rayon normal par le point de la région que l'on veut plus particulièrement examiner. « Le rayon normal rend d'autres services ; il permet d'obtenir les dimensions exactes des organes représentés sur l'écran, comme si leurs ombres étaient formées non par des rayons divergents, mais par un faisceau de rayons parallèles entre eux et perpendiculaires à l'écran. Dans ce but, il doit être promené successivement tout autour de l'organe représenté, tangentiellement à sa surface. Par exemple, pour mesurer le plus grand diamètre transverse de l'aire cardiaque, chez un sujet qui fait face à l'écran, on déplace l'ampoule de telle sorte que le rayon normal devienne successivement tangent au bord droit et au bord gauche du cœur. On obtient ce résultat, en amenant le point d'incidence normale, figuré sur l'écran, à se confondre tour à tour avec le bord droit et avec le bord gauche de l'ombre cardiaque. On note, sur un calque appliqué contre l'écran, les deux positions successives du point d'incidence normale, et leur écartement donne la longueur du diamètre cherché ».

Guilleminot[1] a décrit un dispositif pouvant s'adapter à un lit radiologique quelconque. L'indicateur d'incidence, étant supporté par la pince porte-ampoule, se trouve solidaire de l'ampoule une fois fixée. La pince porte-ampoule est constituée par une pièce de bois verticale, présentant une mortaise destinée à recevoir l'ampoule, à l'une de ses extrémités, et à l'autre le pivot de l'indicateur. Cet indicateur est formé par une croix métallique qui peut se déplacer dans les deux dimensions du plan horizontal ou vertical, grâce à deux vis de réglage. Il est ainsi facile d'amener le centre de la croix sur le trajet du rayon normal. Pour ce faire on procède comme suit : au centre d'une planchette carrée, on place un petit disque d'écran au platino-cyanure de baryum, portant enfoncé, en son milieu, bien normalement, une tige métallique. L'ampoule étant en marche, lorsque la tige perpendiculaire ne donne qu'un point d'ombre confondu avec sa base même, c'est que le sommet du cône d'émission se trouve sur la normale en ce point. Il suffit alors d'amener la projection du centre des bras de la croix en coïncidence avec le point d'ombre du rayon normal et l'appareil se trouve réglé. Lorsqu'on n'a plus besoin de l'indicateur d'incidence, on le fait pivoter sur sa charnière et on dégage le champ d'éclairement.

En radiographie, pour obtenir l'indication du point d'incidence normal sur la plaque, on laisse la croix devant l'ampoule, pendant la pose et on a son ombre sur le cliché. Pour déterminer le point normal sur les téguments, dans les recherches de localisation des corps étrangers, par certains procédés radiographiques que nous avons indiqués, on utilise un petit écran circulaire en carton, sans cadre, percé d'un trou en son milieu ; on fait coïncider ce trou avec le centre du croisé d'ombre et on fixe sur la peau un index métallique en ce point, à l'aide de collodion.

L'opération de réglage de l'indicateur peut s'effectuer plus simplement que ne l'indique Guilleminot ; il n'y a qu'à appliquer, contre le dos de l'écran

[1] *Arch. d'élect. méd.*, 1902, p. 100.

disposé verticalement ou horizontalement, une petite latte en bois portant une tige métallique fixée perpendiculairement à sa surface.

Lorsqu'au lieu d'être libre, l'ampoule se trouve placée en position invariable, dans la boîte à tube de Williams, ou autre support similaire, le rayon normal a été déterminé une fois pour toutes, et lorsqu'on veut l'utiliser, comme on sait qu'il passe par le centre de la fenêtre de la boîte, on n'a qu'à placer en ce point le lieu d'entre-croisement de deux fils métalliques perpendiculaires l'un à l'autre, et assurer la parfaite horizontalité de la face supérieure de la boîte au moyen du niveau à bulle d'air centrale.

Pour arrêter les rayons parasites qui peuvent troubler la netteté de l'image sur l'écran, et faire, en quelque sorte, l'examen d'un point déterminé du thorax à un fort grossissement, après avoir pris une vue d'ensemble de la cage thoracique et de son contenu, on interpose, sur le trajet des rayons émis par l'anticathode, une plaque de plomb de 3 millimètres au moins d'épaisseur, percée d'ouvertures circulaires, elliptiques ou rectangulaires, de différents diamètres. Il est très facile d'adapter ce *diaphragme* à la boîte de Williams ainsi que nous l'avons dit précédemment. Béclère emploie un diaphragme-iris qui est une imitation simplifiée de celui des microscopes ; son ouverture limitée par deux plaques de plomb glissant l'une au-devant de l'autre, a la forme d'un carré reposant sur l'un de ses angles, et il suffit de tourner un bouton, pour en limiter la grandeur. Le diaphragme iris est placé en avant de l'ampoule, l'accompagne dans tous ses déplacements et de telle sorte que le rayon normal passe toujours exactement par le centre fixe de son ouverture variable, comme le fait remarquer Béclère. Il en résulte que, quelle que soit la position du malade et de l'ampoule, le rayon normal frappe toujours l'écran au centre de la plage d'illumination, ce qui permet d'enlever, pour les observations courantes, l'indicateur d'incidence dont l'ombre cruciale pourrait troubler la netteté de l'image examinée.

§ 5. — Conduite générale d'une opération radioscopique

Les appareils électriques sont mis en marche de la même façon que pour faire une radiographie ; toutefois si l'on dispose d'un interrupteur à fréquence variable, il faut lui donner le maximum de rapidité, de façon à obtenir l'éclairage continu de l'écran.

Le malade est couché, assis ou debout, suivant le cas. Les rapports à établir entre l'ampoule, la région examinée et l'écran fluorescent, sont absolument les mêmes que lorsqu'il s'agit d'impressionner une plaque photographique. La question du temps de pose n'est pas à considérer en radioscopie ; l'observateur prolonge son examen jusqu'à ce qu'il ait pu se faire une idée nette de l'état de la région explorée. Cependant certaines considérations d'ordre physique et physiologique viennent imposer une limite à ce temps de pose qui ne doit guère dépasser une moyenne de cinq minutes :

le miroir anticathodique rougit rapidement, par suite de la plus grande fréquence et de la plus forte intensité du courant employé ; aussi ne peut-on pas le laisser trop longtemps au rouge vif, sous peine de détériorer le tube. D'autre part une exposition trop prolongée pourrait produire sur la peau du sujet quelques-uns des accidents dus aux rayons X dont nous nous occuperons dans le chapitre suivant.

Les distances de l'ampoule à l'écran seront les mêmes qu'en radiographie, et varieront suivant l'épaisseur et la densité de la région examinée, si toutefois l'on a à sa disposition des appareils assez puissants, pour obtenir une illumination suffisante de l'écran. Dans le cas contraire, il faut naturellement diminuer les distances d'ampoule. C'est ainsi que pendant plusieurs années, au Val-de-Grâce, nous avons radioscopé des centaines de thorax [1], avec une distance d'ampoule uniforme de 40 centimètres, parce que notre source électrique ne comprenait que 15 accumulateurs. Nous n'avons jamais observé le moindre accident cutané et cependant chez certains de nos sujets à thorax épais, la paroi vitrée de l'ampoule était tout au plus à 8 ou 10 centimètres de la peau ; nous avions soin il est vrai, dans ces cas de ne pas trop prolonger l'exposition.

§ 6. — Indication de quelques pratiques spéciales a l'examen du thorax

Sans revenir sur ce que nous avons dit précédemment, et sans vouloir esquisser le tableau saisissant et plein de vie que donne sur l'écran l'image du thorax, bornons-nous à indiquer quelques pratiques spéciales, dont la connaissance sera d'une grande utilité pour l'observateur.

Il est indispensable de pouvoir faire varier à volonté, pendant l'examen, la quantité des rayons de Roentgen qui traversent la poitrine ; c'est ainsi que l'on sera en état d'isoler certaines zones d'ombre dont les contours pourraient être masqués par les demi-teintes environnantes ; inversement on pourra faire apparaître plus nettement l'ombre portée par certains opaques peu denses, qui sans cela échapperait à l'examen. En agissant sur le rhéostat intercalé dans le primaire, on augmente l'intensité du courant et par suite la quantité des rayons de Roentgen produits, tandis qu'en modifiant l'état de vide de l'ampoule, on influe sur la qualité des rayons, qui deviennent à volonté plus ou moins pénétrants.

Il faut également faire varier la position du patient pendant l'examen ; généralement on se contente de faire pénétrer les rayons d'arrière en avant, ou d'avant en arrière ; mais il peut être nécessaire de faire cheminer les rayons suivant les diamètres obliques droits et gauche du thorax, dans le but de dissocier l'ombre verticale médiane que l'on observe dans les exa-

[1] Antony et Loison. Examen du cœur à la radioscopie, au point de vue de l'aptitude au service militaire. *Archives de médecine militaire*, octobre 1903.

ments suivant le plan sagittal, laquelle est constituée par les ombres superposées du sternum, du cœur et de son pédicule vasculaire, et de la colonne vertébrale. Cette dissociation est éminemment nette, quand les rayons suivent le diamètre oblique postéro-antérieur droit, c'est-à-dire entrent par le côté postérieur gauche et sortent par le côté antérieur droit, le diamètre transversal de la poitrine faisant un angle de 45 degrés environ, avec le plan de l'écran. Dans cette position, particulièrement favorable à l'exploration de la crosse aortique, on voit l'ombre vertébrale et l'ombre cardio-vasculaire séparées l'une de l'autre par une bande verticale claire. C'est au contraire à l'examen oblique antéro-postérieur gauche qu'il faut recourir, lorsque l'on veut explorer l'œsophage, et suivre par exemple le cheminement d'un cachet de sous-nitrate de bismuth que l'on a fait déglutir.

On peut également pratiquer l'examen transversal du thorax, d'une aisselle à l'autre ; le cœur apparaît alors séparé du sternum et de la colonne vertébrale, par un espace clair antérieur et un postérieur.

Pour bien voir certains épanchements peu abondants, enkystés et étalés sous forme de nappe dans les scissures interlobaires du poumon, il faut, ainsi que l'a indiqué Béclère [1], donner à l'ampoule certaines positions bien définies : pour examiner les scissures d'arrière en avant par exemple, le tube de Crookes sera placé à la hauteur de la tête, tandis qu'il se trouvera au niveau du bassin, si l'on se propose de faire pénétrer les rayons d'avant en arrière.

[1] *Presse médicale*, 1er mars 1902.

QUATRIÈME SECTION

ACCIDENTS DUS AUX RAYONS DE ROENTGEN

La description de ces accidents nous sera grandement facilitée par le rapport d'ensemble présenté par Oudin[1] au Congrès international d'électrologie et de radiologie médicales tenu à Berne en 1902 ; nous n'aurons qu'à résumer cet important travail pour avoir une idée nette des lésions observées.

Les tubes de Crookes en activité peuvent produire, sur les sujets soumis à leur influence, deux catégories d'accidents, les uns locaux, les autres généraux.

§ 1. — Accidents généraux

Les *vomissements* ont été observés chez certains sujets soumis à une radiographie de la région abdominale ; ils ne surviennent pas immédiatement après l'opération, mais dans les heures qui la suivent et peuvent persister pendant douze ou vingt-quatre heures.

Chez les opérateurs qui restent journellement à côté d'ampoules en fonctionnement on a signalé la production de *palpitations* et d'accès de *cardialgie* qui disparaissent dès que le sujet cesse pendant un certain temps ses occupations.

Accompagnant les lésions de radiodermite chronique fréquentes chez les individus qui s'occupent spécialement de radioscopie, il n'est pas rare de rencontrer des *tremblements* des doigts, des *perversions de la sensibilité*, de l'*anesthésie*, de l'*hypéresthésie*, des *douleurs fulgurantes* s'irradiant plus ou moins loin.

§ 2. — Accidents locaux

Peuvent revêtir la forme aiguë ou la forme chronique.

A. — Radiodermite aigue

Elle se caractérise par des manifestations variées dont on a voulu faire

[1] *Arch. d'élect. méd.*, septembre 1902, p. 513.

des types cliniques distincts. Mais, comme le fait remarquer Oudin, ces différentes formes ne sont que les étapes d'un même processus qui se traduit par des lésions plus ou moins graves et plus ou moins profondes suivant l'intensité ou la durée de la cause nocive initiale; et comme d'autre part, dans l'évolution de la forme grave, on voit se dérouler, dans un ordre constant, toute la gamme des altérations cutanées engendrées par les rayons de Roentgen, il suffit de décrire cette dernière, pour donner une idée des autres qui n'en sont que des types abortifs.

Pour mettre un peu d'ordre dans l'exposition de la *symptomatologie* de l'affection, Oudin décrit cinq périodes cliniques distinctes et parfaitement nettes.

a) La *première période* se caractérise par l'*érythème* qui apparaît, sur la région irradiée, ving-quatre ou trente-six heures après l'exposition.

b) L'érythème se fonce progressivement, prend la coloration rouge violacée des engelures, puis au bout de dix à vingt-cinq jours après le début, on voit survenir, en même temps que des démangeaisons particulièrement vives la nuit, des *vésicules* qui se réunissent pour donner naissance à des *bulles* puis à des vastes *phlyctènes* à contenu purulent qui se déchirent et laissent à nu le derme ulcéré. Cette *seconde période* a une durée de dix à quinze jours. La lésion peut s'arrêter à ce stade et peu à peu tout rentre dans l'ordre.

C'est pendant cette période que se produit un phénomène curieux de *pigmentation* qui apparaît vers le cinquième ou le sixième jour après l'exposition, entoure la surface érythémateuse, se fonce progressivement, s'étend plus ou moins loin, et peut persister pendant plusieurs mois.

C'est également dans le cours de cette période que survient l'*épilation*. La chute des cheveux ou des poils se fait plus ou moins tôt, mais elle n'est que temporaire, et au bout de deux mois environ la repousse est généralement complète.

c) La *troisième période* montre l'augmentation en surface et un peu en profondeur de l'*ulcération* constatée après la déchirure des phlyctènes. A un moment donné cette ulcération semble évoluer vers la guérison, puis subitement les douleurs qui s'étaient calmées, reparaissent, le fond de la plaie prend un aspect sanieux et la lésion entre dans une nouvelle phase.

d) C'est la *quatrième période* qui va commencer; elle se traduit par l'*escharification*.

Les douleurs deviennent parfois très violentes, au point d'empêcher le sommeil et la surface ulcérée se couvre de taches grises, jaunes ou brunes qui, d'abord isolées, se réunissent rapidement pour constituer une eschare brunâtre, parcheminée, épaisse, ayant peu de tendance à l'élimination.

e) La *cinquième période* est caractérisée par l'*ulcération profonde* des tissus.

Le fond de cette ulcération tapissé de bourgeons charnus saignant facilement, peut à son tour être le siège d'une nouvelle eschare dont l'élimination demandera plusieurs mois. Pendant ce temps les douleurs reparaissent

et la cicatrisation, marchant de la périphérie vers le centre, encadre étroitement l'eschare qu'elle finit par éliminer et remplacer.

Pendant les premiers mois qui suivent sa formation, la cicatrice est lisse, blanche, souple, de consistance lardacée. Cet aspect de la cicatrice, dit Oudin, « avec ses bords arrondis, en forme de carte géographique, est tellement spécial qu'il permet de faire un diagnostic rétrospectif de la cause de la lésion ».

Ce n'est que plusieurs mois plus tard que cette cicatrice commence à se rétracter, prenant alors l'apparence de celle qui résulte d'une brûlure grave et profonde et entraînant des déformations plus ou moins accentuées.

La peau qui entoure la cicatrice présente un aspect télangiectasique qui indique que sa nutrition semble également avoir été troublée par l'action des rayons X.

Marche. Durée. — La marche de ces radiodermites graves est d'une lenteur désespérante et sa durée peut être de plusieurs années. Parfois la cicatrice déjà formée s'ulcère et s'escharifie à nouveau, ou bien c'est sur la peau en apparence saine du voisinage que, sous l'influence d'un traumatisme insignifiant de nouvelles zones de mortification apparaissent.

Traitement. — « Tous les traitements possibles ont été proposés contre les radiodermites graves, et tous sont restés également impuisssants. » (Oudin).

L'effluvation statique semble agir favorablement pour calmer les douleurs et hâter la cicatrisation.

L'emploi de la lumière rouge a donné à Bar un succès rapide. L'on sait en effet que les rayons rouges et infra-rouges sont chimiquement antagonistes des rayons violets et ultra-violets ; peut être le sont-ils aussi physiologiquement ? C'est à l'expérience ultérieure de le démontrer.

B. — Radiodermite chronique

La radiodermite aiguë se rencontre chez l'opéré, tandis que la radiodermite chronique est l'apanage de l'opérateur. Les lésions qui la caractérisent siègent sur les mains, car ces parties sont fréquemment et directement exposées à l'action des rayons de Roentgen, lorsque l'on contrôle la marche des ampoules au moyen de l'écran.

Symptômes. — Au début les doigts sont rouges, violacés et le sujet éprouve de la sécheresse de la peau et une certaine sensation de chaleur. Progressivement le derme s'épaissit, se parchemine, et la main perd de sa souplesse ; en même temps l'épiderme hypertrophié se fendille et desquame abondamment ; il se forme des crevasses douloureuses et la peau prend un aspect sec et rugueux. Les poils tombent ; les ongles s'amincissent, se fendillent, deviennent cassants, se décollent et tombent ; les replis péri-unguéaux s'hypertrophient et débordent sur l'ongle dont ils rapetissent la surface.

Lorsque l'affection est ancienne, les troubles de nutrition peuvent s'étendre en profondeur et amener un épaississement notable du périoste des phalanges.

Traitement. — Il n'y a qu'un seul traitement de la radiodermite chronique ; c'est de cesser complètement d'approcher les mains des tubes de Crookes en activité.

La guérison s'effectue alors lentement, et il faut plusieurs mois pour que la peau ait repris son état primitif.

C. — Pathogénie des radiodermites

Pendant longtemps l'on a cru que les accidents cutanés d'origine radiographique étaient dus aux rayons électriques émis par l'ampoule en fonctionnement et que les lésions constatées n'étaient que des brûlures électriques. Ce fut surtout Destot qui se fit le champion de cette théorie.

Actuellement il semble admis et démontré que c'est aux rayons X seuls qu'il faut attribuer les lésions de radiodermite aiguë ou chronique que l'on peut voir survenir chez l'opéré ou l'opérateur.

Les rayons de Roentgen ont, de même que les rayons violets et ultra-violets, une action irritative spéciale sur l'épiderme. Lorsque les derniers agissent d'une façon intense et violente, ils provoquent l'érythème, la desquamation, la vésication, l'ulcération ; au contraire, leur emploi à doses faibles et répétées amène la pigmentation de l'épiderme. Ce sont ces mêmes lésions que l'on retrouve pendant les périodes initiales des radiodermites aiguës et chroniques. Seulement les radiations ultra-violettes sont moins pénétrantes que les radiations de Roentgen, par suite de leur plus grande longueur d'onde ; les premières sont arrêtées par l'épiderme qui forme écran pour elles et les éteint, tandis que les secondes pénètrent plus ou moins profondément, suivant leurs variétés, et peuvent aller, dans la profondeur du derme et du tissu cellulaire sous-cutané, modifier la nutrition des follicules pileux, des cellules du tissu conjonctif et agir sur les radicules terminales des nerfs.

Sans nous attarder à rappeler les différentes théories émises par les auteurs pour tenter d'expliquer l'action nocive des rayons X sur les tissus, nous ferons remarquer, avec Oudin que « la marche lente des accidents, leur apparition tardive, quelquefois même très lointaine, semblent devoir éliminer toutes les explications basées sur une altération directe des tissus ». Nous croyons rationnel d'admettre, avec Barthélemy, Darier et Oudin, que les accidents cutanés en question pourraient bien ne pas être primitifs, mais dus à une dégénérescence secondaire portant sur les nerfs trophiques de la région irradiée. Les rayons X agiraient directement sur les cellules nerveuses sous-cutanées, particulièrement sur le réseau sympathique qui préside à la nutrition ; il s'ensuivrait une irritation ascendante des filets nerveux partant de ces cellules et secondairement, après un temps

variable, une névrite centrifuge de laquelle dépendrait la mortification des tissus.

En résumé, nous basant sur ce fait que les rayons X émis par une ampoule en fonctionnement n'ont pas tous le même degré de pénétrabilité, nous dirons que les lésions superficielles, bornées à l'épiderme sont le résultat de l'action nocive exercée par les radiations roentgéniques qui ont la plus grande longueur d'onde et se comportent plus ou moins comme les radiations violettes ou ultra-violettes; dans ce cas il y a vraisemblablement une influence directe sur le protoplasma cellulaire ; au contraire les lésions d'escharification profonde seraient imputables aux radiations de faible longueur d'onde du faisceau qui agiraient en mettant en jeu les propriétés de l'arc nerveux réflexe.

D. — Prophylaxie des radiodermites

Nous devons tout d'abord nous demander si certains sujets possèdent une idiosyncrasie spéciale les rendant plus susceptibles à l'égard des rayons de Roentgen ? Avec la plupart des auteurs et en nous basant sur notre propre expérience portant sur plusieurs milliers de sujets que nous avons radiographiés ou radioscopés, nous croyons pouvoir dire que non. Toutefois la peau enflammée et les cicatrices récentes présentent une sensibilité particulière aux rayons X, dont il faudra tenir compte. On a également prétendu que les radiodermites étaient plus fréquentes avec l'emploi de certains générateurs d'électricité, qu'avec d'autres : inconnues avec la machine statique, elles se développeraient surtout avec la bobine alimentée directement par le secteur. Depuis, on a démontré la fausseté de cette conception, et l'on sait maintenant que les machines statiques de grande puissance, qui sont capables de faire donner à l'ampoule un rendement considérable en rayons de Roentgen, peuvent causer, dans des conditions déterminées, des désordres cutanés analogues à ceux que l'on observe en utilisant les bobines traversées par un courant de voltage élevé.

Les auteurs qui prétendaient que les radiodermites étaient dus à l'action nocive du champ électrique entourant l'ampoule ont conseillé, pour éviter les accidents cutanés, d'interposer, entre le tube de Crookes et la partie examinée, une feuille d'aluminium reliée à la terre. Les recherches faites à ce sujet par Oudin ont montré que non seulement la feuille d'aluminium n'empêchait pas les lésions cutanées de se produire, mais qu'elle n'avait aucune action sur leur étendue et leur gravité.

Actuellement on admet que le développement des radiodermites provient de deux facteurs : la qualité et la quantité des rayons qui viennent frapper la peau.

La qualité des rayons dépend du degré de vide de l'ampoule qui les fournit, ainsi que nous le savons. Or, ce sont les ampoules dites molles qui produiront les accidents relatés, si on les rapproche trop de la peau, ou si la durée de l'exposition est trop longue. On comprend facilement le rôle que

joue la distance de l'ampoule aux téguments, en se rappelant que l'intensité des rayons de Roentgen est en raison inverse du carré des distances qu'ils ont à parcourir dans l'air. L'influence du temps de pose est également facile à expliquer : les rayons produisent sur les cellules constitutives des tissus et sur les terminaisons nerveuses une succession de micro-traumas qui finissent par éteindre leur vitalité ou développer la névrite ascendante cause des ulcérations profondes.

Si donc l'on emploie une ampoule molle, ce qui est nécessaire pour l'étude de certaines lésions, il faudra placer l'ampoule à distance convenable et ne pas trop prolonger l'exposition. Si l'étude de la région examinée demande un certain temps, il y aura lieu chaque cinq ou dix minutes, suivant la qualité des rayons utilisés, de faire une pose, puis de recommencer ensuite l'irradiation; l'on sait en effet que cinq séances, par exemple, de cinq minutes de durée chacune, séparées par des temps de repos n'auront généralement pas d'inconvénients, tandis qu'une exposition de vingt-cinq minutes successives pourra entraîner des accidents graves.

Il faut aussi faire entrer en ligne de compte, pour expliquer la production des radiodermites, la quantité de rayons fournis par l'ampoule. En effet, une ampoule molle alimentée seulement par quelques accumulateurs, ne donnera qu'une faible quantité de rayons et ne causera pas d'accidents, pour une distance et une durée d'exposition déterminées, tandis que, toutes les autres conditions de l'expérience restant les mêmes, on verra la radiodermite survenir, si le courant utilisé est celui du secteur à 110 volts transformé par un inducteur puissant; dans l'un et l'autre cas, la qualité des rayons émis est la même, mais dans le second cas, la quantité des rayons qui viennent frapper la peau, dans l'unité du temps, est notablement augmentée.

Le nombre des interruptions dans le courant primaire ne semble pas jouer un rôle bien considérable, car plus elles sont fréquentes, moins la tension du courant secondaire est élevée et moindre est le rendement de l'ampoule en rayons de Roentgen.

La conclusion est que, dans les cas où l'on aura besoin d'utiliser une ampoule molle, il ne faudra pas trop rapprocher celle-ci des téguments et ne faire que des poses relativement courtes.

CINQUIÈME SECTION

RADIOTHÉRAPIE

C'est en constatant les lésions produites sur les téguments par les rayons de Roentgen employés défectueusement pendant les séances de radioscopie ou de radiographie, que l'idée a dû venir aux observateurs de tenter de guérir certaines affections cutanées, en provoquant intentionnellement des radiodermites plus ou moins intenses.

On a aussi cherché à employer les rayons X pour amener la disparition de certaines tumeurs, telles que sarcomes, épithéliomas, carcinomes ulcérés ou non; de même des essais de traitement de la tuberculose pulmonaire, ganglionnaire ou articulaire, ont été effectués. Mais jusqu'à présent les résultats obtenus, en ce qui concerne les tumeurs et la tuberculose des viscères ou des tissus sous-cutanés, sont trop incertains et trop discordants, pour que nous fassions plus que leur accorder une simple mention.

Il en est autrement en ce qui a trait à la peau et ce sont particulièrement les dermatologistes viennois qui ont préconisé cette nouvelle méthode thérapeutique, dont ils prétendent obtenir les meilleurs résultats. Ils ont montré que les lésions cutanées justiciables de la radiothérapie sont surtout celles dans lesquelles l'élément inflammatoire aigu fait défaut : lupus tuberculeux, lupus érythémateux, eczéma chronique, acné, sycosis, favus, epitheliomas de la peau ou des muqueuses accessibles. La méthode semble également avoir donné des succès dans le traitement des nævi pigmentaires et vasculaires, mais c'est surtout lorsqu'il s'agit d'obtenir une épilation temporaire ou définitive, dans un but cosmétique ou thérapeutique, qu'elle semble plus particulièrement devoir être employée.

Technique radiothérapique. — On doit chercher intentionnellement à réaliser les conditions auxquelles on attribue la production des radiodermites accidentelles, et pouvoir doser l'action des rayons, de façon à ce que les effets produits ne soient pas exagérés, tout en étant suffisamment intenses. On utilisera des rayons peu pénétrants pour traiter les affections épidermiques ou dermiques; mais lorsque les lésions siégeront à la face profonde de la peau, ou dans les tissus sous-aponévrotiques, il faudra que leur pouvoir de pénétration augmente d'autant plus que le foyer morbide sera davantage éloigné de la surface tégumentaire.

Jusqu'à ces derniers temps, on ne pouvait rien dire de bien précis concernant le dispositif instrumental ou le manuel opératoire. Dans les observations publiées on voit que les résultats favorables énoncés par les auteurs ont été obtenus dans des conditions très diverses et plus souvent empiriques.

Pour le traitement du lupus, Kümmel et Gocht emploient un courant primaire de 50 volts, avec une distance de tube de 40 à 20 centimètres, une bobine de 40 à 20 centimètres d'étincelle et une exposition de un quart d'heure à une demi-heure.

Albers-Schoenberg utilise 30 volts, 4 à 5 ampères, 15 à 25 centimètres de distance, une demi-heure d'exposition et une bobine de 15 centimètres d'étincelle.

Schiff et Freund conseillent de 11 à 13 volts, 2 à 3 ampères, 10 à 20 centimètres de distance et 10 à 15 minutes d'exposition.

Gassmann dans un mémoire [1] d'où nous extrayons les indications précédentes, est d'avis que toutes les observations radiothérapiques doivent contenir les données suivantes : 1° forme et origine du tube employé : 2° temps d'exposition ; 3° distance du corps à l'anticathode ; 4° voltage du primaire ; 5° ampérage ; 6° longueur d'étincelle maximum de la bobine ; 7° nombre d'interruptions à la minute ; 8° degré de dureté du tube ; 9° intervalle des séances.

Oudin [2] propose d'adopter les règles suivantes, pour un traitement radiothérapique quelconque.

1° Choisir une ampoule plutôt molle, de 5 centimètres d'étincelle équivalente, par exemple, si l'on a à traiter une lésion superficielle ; une ampoule dure de 8 centimètres d'étincelle, pour une affection profonde ;

2° garantir les régions à préserver, par un masque de plomb ou d'étain relié à la terre ;

3° placer l'anticathode à 10 centimètres de la peau ;

4° actionner l'ampoule par un courant de 4 ampères, 15 volts et de 20 interruptions par seconde ;

5° la première séance sera de une minute, la deuxième de une minute et demie, et ainsi de suite en augmentant la durée des séances de 30 secondes par jour ;

6° à la moindre apparition d'érythème, de démangeaison, interrompre le traitement jusqu'à disparition de ce symptôme ;

7° reprendre le traitement, avec trois minutes de pose en moins que celle qui aura amené le premier érythème et ne remonter jamais à la durée qui l'a produite, si on traite une affection superficielle ; y revenir lentement au contraire, pour une affection profonde, mais s'arrêter de nouveau, dès que reparaîtra l'érythème ;

8° pendant toute la durée du traitement on veillera, avec l'osmo-régula-

[1] Fortschritte auf dem Gebiete der Roentgenstrahlen, t. II, fasc. 4, p. 121.

[2] *Annales de dermatol. et de syphilig.*, janvier 1902, p. 54.

teur et le spintermètre, à ce que le rendement en rayons X reste constant; on contrôlera leur pénétrabilité avec le radiochromomètre, une fois pour toutes, en rapport avec l'étincelle équivalente employée.

Dans un travail ultérieur[1], Oudin recommande de procéder encore avec plus de prudence. « Je fais, dit-il, ma première séance de trente secondes ; la deuxième, quarante-huit heures après, d'une minute ; la troisième, après quarante-huit heures, d'une minute et demie; et je continue ainsi, en augmentant d'une demi-minute tous les deux jours jusqu'à trois minutes; arrivé là, je suspens les séances pendant huit jours. S'il ne s'est pas produit le moindre symptôme d'irritation, je recommence à trois minutes, et vais progressivement jusqu'à cinq, chiffre que je ne dépasse pas, jusqu'à la fin du traitement. »

Schiff et Freund [2] pensent que dans l'hypertrichose, après 18 ou 30 séances en commençant avec cinq minutes, en prolongeant successivement jusqu'à vingt minutes, les poils tombent. L'absence de poils dure deux ou trois mois, et en procédant à des séances supplémentaires, après une intervalle de trois à quatre semaines, il a été possible d'ajourner jusqu'à quinze mois la réapparition des poils. « Si d'un côté, disent-ils, nous tenons compte de l'absence absolue de toute douleur, si nous considérons la rapidité d'action de la méthode qui permet d'influencer simultanément une grande surface du derme, si nous rappelons le caractère inoffensif du traitement, et si d'autre part nous comparons à ces avantages l'extrême lenteur de l'électrolyse, avec son cortège de cicatrices, de souffrances, causes fréquentes de véritables accès hystériques, nous ne pouvons plus douter de la préférence que mérite à bon droit notre méthode radiographique. »

D'après les mêmes auteurs[3], chez les malades atteints de sycosis et de favus, l'inflammation antérieure de la peau permet d'abréger les séances, et au bout de dix à douze, les poils tombent.

Le traitement du lupus exige généralement beaucoup plus de temps, et il faut le continuer pendant de longs mois, si l'on veut éviter la récidive.

Actuellement la plupart des opérateurs admettent qu'il n'est pas nécessaire de provoquer l'érythème de la peau pour amener la chute des poils et même pour traiter le lupus, et d'une façon générale toutes les affections justiciables de la radiothérapie. Les rayons agissent sur les tissus soumis à leur action, sans qu'il se produise aucune réaction inflammatoire perceptible et si d'aventure celle-ci apparaît, il y a lieu de suspendre le traitement jusqu'à sa complète disparition.

Le but que l'on se propose est d'obtenir, par une série de séances successives, une sclérose des tissus soumis aux rayons; aussi faut-il tout simplement que la dose de rayons employée à chaque séance produise de la vaso-dilatation se traduisant extérieurement par une rougeur passagère de la peau.

[1] *Archives d'électricité médicale*, septembre 1902, p. 544.

[2] *Société de dermatol. et de syhil.*, 10 avril 1899.

[3] *Ibid.*, 10 mai 1899.

C'est l'inflammation chronique ainsi provoquée qui amène finalement une formation de tissu fibreux, avec oblitération des capillaires sanguins ; la nutrition n'étant plus suffisante, les poils tombent, les nodules tuberculeux s'éliminent ou se résorbent, etc. Si la dose de rayons est trop forte, c'est au contraire l'inflammation aiguë que l'on développe, avec des phénomènes de nécrose plus ou moins accentués; la réparation se fait également par la formation de tissu fibreux, mais la guérison dans ce cas est longue et difficile.

Pour protéger les parties saines, il faut les recouvrir avec une feuille de plomb de un demi-millimètre au moins d'épaisseur, s'étendant sur toutes les régions du corps exposées aux rayons. Cette feuille présentera à son centre un trou ayant la forme et les dimensions de la lésion à traiter. Le périmètre de protection devra avoir un rayon d'autant plus grand que l'ampoule sera plus éloignée des téguments.

Toutes les conditions opératoires indiquées ci-dessus sont évidemment bonnes à suivre, puisqu'elles sont le fait de l'expérience; mais cependant, en les examinant d'un peu près, on voit que toutes les données du problème ne présentent pas la précision desirée.

La méthode d'Oudin basée sur l'emploi du spintermètre et du radio-chromomètre de Benoist, nous permet bien, avec l'ulilisation des tubes à osmo-régulateur, d'obtenir des rayons ayant constamment le degré de pénétrabilité voulue ; nous pouvons également doser indirectement la quantité de rayons absorbés par les téguments, en adoptant, dans tous les cas les autres constantes qu'indique l'auteur : distance d'ampoule de 18 centimètres ; temps de pose faible et progressivement croissant ; courant de 4 ampères, 15 volts et 20 interruptions par secondes.

Il serait cependant de beaucoup préférable de pouvoir, par une voie simple doser la quantité de rayons absorbés par les tissus, alors qu'on utilise n'importe quel générateur d'électricité, soit la machine statique, soit les transformateurs; que l'ampoule émet peu ou beaucoup de rayons, ou qu'elle est éloignée ou proche de la région malade; que la fréquence de l'interrupteur est plus ou moins grande.

Différents observateurs ont tenté de résoudre le problème ; mais parmi les solutions données, nous n'indiquerons que celle de Holzknecht [1] qui semble la plus simple, la plus pratique et la plus précise.

Partant de ce principe que certains sels prennent, sous l'influence des rayons de Roentgen, diverses colorations, et que l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de rayons absorbés par le sel, il place une dose déterminée, toujours la même, du sel en question, au voisinage de la lésion cutanée à traiter, et il fait agir les rayons jusqu'à ce que la coloration convenable soit obtenue.

L'échelle de comparaison a été déterminée par l'expérimentation, et en la consultant on voit par exemple que pour obtenir une inflammation, de la peau du tronc chez un adulte, il faut aller jusqu'au degré 5 H de cette échelle.

[1] *Archives d'électricité médicale*, 15 mars 1903, p. 158.

Le liquide employé est une solution, en proportions déterminées, de sulfate de soude dans le chlorure de potassium.

Il suffit alors, quel que soit l'appareil employé et la distance du tube, d'exposer la peau aux rayons, jusqu'à ce que le réactif ait obtenu le degré de coloration qu'on sait correspondre au degré de réaction désirée.

Freund emploie comme réactif un petit flacon contenant de l'iodoforme en solution à 2 p. 100, dans du chloroforme; sous l'influence des rayons de Rœntgen, le liquide prend une coloration rouge qui s'accentue avec la durée de l'exposition.

En utilisant la lunette radiochromométrique de Benoist pour déterminer la qualité des rayons employés, et le *chromoradiomètre* de Holzknecht pour en doser la quantité utilisée, chaque opérateur pourra à l'avenir définir sa pratique au moyen de mesures exactes, et contrôler au besoin les résutats annoncés par d'autres.

Ces deux méthodes de mensuration pourront également trouver leur emploi dans la pratique de la radioscopie et de la radiographie. On saura par exemple que pour obtenir une bonne épreuve d'une région déterminée, il suffira d'employer des rayons marquant 7°, je suppose, au radiochromomètre et en quantité correspondant au degré 10 H de l'échelle de comparaison du chromoradiomètre. Toutefois comme la sensibilité de la plaque joue un grand rôle dans la circonstance, il y aura lieu d'employer constamment la même marque et de la soumettre au même développateur.

Contremoulins[1] a également imaginé, sous le nom de *métroradioscope* un instrument, au moyen duquel les deux facteurs qualité et quantité des rayons « sont déterminés par lectures simultanées fournies par la fluorescence d'un écran au platinocyanure de baryum disposé derrière deux fenêtres confondues par un de leurs bords avec une troisième éclairée par une lumière artificielle d'intensité variable », car il s'est rendu compte de la nécessité qui s'imposait d'avoir des mesures exactes en radiologie.

Sabouraud et Noiré utilisent d'une autre façon le papier au platino-cyanure. Ce réactif vire sous l'action des rayons X et revient à sa teinte primitive sous l'influence de la lumière: on compare avec les teintes d'une échelle spéciale dont chaque numéro correspond à un nombre connu d'unités H de Holzknecht. Le dévirage est très rapide et il faut se hâter de comparer. Le papier doit être placé à 8 centimètres du centre de l'anticathode, la peau étant à 15[2].

On a reconnu récemment que les changements de coloration produits sur certains sels par les rayons de Roentgen, ne répondaient pas exactement à la quantité de rayons X émis, mais que les indications étaient variables, suivant le degré de pénétration des rayons. Aussi y aurait-il lieu d'abandonner tous les instruments basés sur ce principe, pour mesurer la quantité des rayons émis, et d'utiliser le milliampéremètre spécial de Gaiffe qui donne la mesure exacte de l'intensité traversant le tube.

[1] Travail manuscrit.

[2] *Archives d'électricité médicale*, 1904, juillet, p. 518.

LIVRE III

PARTIE CHIRURGICALE

Nous nous proposons, à la faveur des enseignements fournis par la radiographie, d'apporter une contribution à l'étude de la pathogénie, du diagnostic et du traitement de certaines affections d'ordre chirurgical.

Nous supposerons que le lecteur connaît l'aspect de la plupart des images radiographiques normales, et ce n'est qu'accidentellement et pour des cas tout à fait particuliers, que nous parlerons de ces dernières.

PREMIÈRE SECTION

GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS CHIRURGICALES JUSTICIABLES DE LA RADIOGRAPHIE

Les quelques données générales que nous allons exposer seront aussi brèves que possible ; nous avons en effet deux écueils à éviter : écrire des banalités, ou répéter ce que nous dirons ultérieurement en étudiant les lésions par régions anatomiques.

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures par causes communes. — Les fractures complètes des diaphyses sont généralement faciles à reconnaître par les moyens cliniques ordinaires ; mais il n'en est pas de même des fractures incomplètes, dont le diagnostic certain ne peut guère être établi que par la radiographie.

Les fractures complètes des épiphyses des os longs et celles des os courts, lorsque le gonflement de la région est prononcé, que les os se trouvent profondément situés, que les fragments sont maintenus en place par le périoste et les ligaments, ou qu'ils sont engainés par pénétration réciproque, réclament encore plus que les précédentes l'emploi des rayons de Roentgen, pour pouvoir être affirmées.

Mais c'est surtout lorsqu'il s'agit de fractures partielles, et à plus forte raison de fractures parcellaires des extrémités articulaires que la radiographie est appelée à rendre de précieux services au chirurgien. Grand est le nombre des fractures partielles ou parcellaires des articulations du coude et

de l'épaule entre autres, qui passaient autrefois inaperçues ou étaient à peine devinées, et que l'on étudie maintenant d'une façon précise.

Il n'est pas non plus sans intérêt pour le chirurgien, de connaître la forme, la direction, le déplacement des fragments, de constater la présence d'esquilles aberrantes ou interposées entre eux, etc..., avant de procéder à la réduction sous-cutanée de la fracture, ou à l'intervention sanglante nécessaire. L'acte thérapeutique est ainsi facilité et peut être mieux exécuté, grâce à la radiographie.

La réduction pratiquée, et la contention par les appareils obtenues, c'est encore aux rayons X qu'il faudra de préférence s'adresser, pour contrôler la situation donnée aux fragments, et savoir si elle est suffisante.

Si l'on veut avoir des renseignements précis sur la longueur du membre fracturé et la comparer à celle du membre opposé, c'est également à la radiographie qu'il faudra recourir. On placera, sur une même plaque de dimensions suffisantes, les deux membres en position symétrique, et on disposera l'ampoule à grande distance et de telle façon que le rayon incident tombe sur un point de la plaque également éloigné du milieu et des extrémités des deux membres. Sur le cliché on mesure alors chaque os comparativement, d'une extrémité articulaire à l'autre. Les résultats ainsi obtenus seront naturellement beaucoup plus exacts que ceux qui nous sont fournis par les moyens de mensuration habituellement employés en clinique. On pourra également sur les épreuves, comparer les dimensions en largeur de tel segment d'un os, au segment correspondant de l'os homologue du membre sain.

On procédera pareillement pour étudier la raréfaction ou la condensation du tissu osseux, en confrontant l'aspect et la teinte de l'image de l'os sain, avec celle de l'os malade du côté opposé. Toutefois dans ce dernier cas, il faudra tenir compte de l'état des parties molles des deux côtés ; si elles sont atrophiées, ou au contraire tuméfiées et infiltrées, elles peuvent contribuer à augmenter ou à diminuer la transparence ou l'opacité de l'ombre formée par les trabécules osseuses.

De même, à une époque ultérieure, on aura recours à un nouvel examen radiographique pour juger la consolidation définitive des parties antérieurement disjointes par le traumatisme, et voir quelle est la forme et la constitution du cal obtenu.

Répétons encore, car on ne saurait trop le faire, que dans ces examens de fractures pratiqués au début, après la réduction, ou tardivement, il est nécessaire, si l'on veut avoir une idée nette de la situation des fragments, de prendre des radiographies de la région dans deux plans réciproquement perpendiculaires.

Toutes les fractures sont-elles décelables par la radiographie ? Malgré les dénégations exprimées à ce sujet par différents chirurgiens, nous croyons pouvoir répondre par l'affirmative à la question ci-dessus, en ce qui concerne les fractures complètes, et ajouter que, dans les cas de fractures incomplètes, il est en souvent de même.

Quelles sont les causes qui peuvent faire méconnaître une fracture à la radiographie ? Il ne s'agit naturellement pas des fractures avec déplacement, dans lesquelles le diagnostic s'impose sur l'une, sinon sur les deux images obtenues. Mais dans les fractures sans déplacement, on peut parfois éprouver quelque hésitation, avant de pouvoir nettement affirmer la solution de continuité osseuse. Cette absence de visibilité du trait indiquant la rupture des trabécules osseuses, peut tenir à ce que le sujet a remué pendant l'opération, d'où une image floue ; elle peut aussi provenir du fait que l'on a employé des rayons X qui n'avaient pas la qualité voulue ; ou enfin l'image peut encore manquer de netteté, parce que l'os, tel le fémur, se trouve placé au milieu d'un épais manchon de parties molles qui l'éloignent de la plaque sensible.

Dans ces cas douteux, en variant les incidences et la qualité des rayons, en répétant les épreuves jusqu'à ce que l'on obtienne des images d'une netteté absolue, on finira par déceler la fracture.

Les considérations ci-dessus s'appliquent surtout aux cas de fractures incomplètes qu'il est parfois difficile de rendre évidentes du premier coup.

Nous aurons encore la ressource dans les cas de ce genre, de mettre à profit une remarque que nous avons eu l'occasion de faire plusieurs fois. Quelques jours après le traumatisme, lorsque commence le travail d'ostéite nécessaire à la formation du cal, le trait de fracture s'élargit tant soit peu et devient plus facile à déceler sur les radiographies. Cela tient à ce que les ostéoplastes des surfaces fracturées prolifèrent, corrodent les trabécules osseuses avoisinantes, et remplissent l'interstice situé entre les fragments.

Certains observateurs prétendent même qu'il y a des fractures, telles celles des métatarsiens produites par la marche, qui ne peuvent être diagnostiquées qu'au bout de plusieurs jours, lorsque le cal externe commence à s'ossifier. Nous verrons, lorsque nous étudierons les traumatismes du métatarse, que cette opinion doit être considérée comme erronée.

Le diagnostic primitif des fractures complètes ou incomplètes nous semble donc généralement pouvoir être établi, au moyen de la radiographie.

Est-il également possible, par l'emploi des rayons X, de suivre l'évolution du cal ? Cette question de la visibilité du cal des fractures présente une certaine importance pratique, et a été résolue de façons diverses, faute d'entente probablement.

Nous allons en dire quelques mots, en considérant exclusivement les fractures diaphysaires, car les fractures épiphysaires s'accompagnent fréquemment de pénétration et d'éclatement et les constatations que l'on peut faire à leur sujet présentent moins de netteté.

Au point de vue anatomique, on distingue, depuis Gosselin, quatre périodes successives dans la formation du cal des fractures fermées : 1° période de cal cellulo-fibreux ; 2° période de cal fibro-cartilagineux ; 3° période de cal osseux provisoire ; 4° période de cal osseux définitif.

Ces périodes se succèdent plus ou moins rapidement, suivant l'âge, la constitution et l'état de santé des individus, et surtout la nature de l'os frac-

turé ; c'est sur les os grêles que le cal arrive le plus rapidement à sa constitution définitive.

Si l'on étudie, par exemple, la fracture d'un métatarsien, on voit que sur les radiographies obtenues pendant les huit ou dix premiers jours après l'accident, on ne constate que le trait de fracture. Pendant les jours suivants va se dessiner progressivement l'ombre de la virole externe, plus ou moins saillante suivant les cas, et d'opacité croissante avec le temps écoulé depuis l'accident. Au bout de plusieurs mois, si l'on prend une nouvelle radiographie, on constate que le cal est moins saillant, plus allongé, plus dense, constituant à ce moment un simple épaississement des parois de la diaphyse dont il ne se distingue plus ; en même temps, au niveau de l'ancien trait de fracture, on voit un léger rétrécissement du canal médullaire, dû à la persistance partielle de la virole interne qui interrompait antérieurement sa continuité, sur une hauteur variable suivant les cas.

Ces trois périodes dans l'évolution du cal peuvent se suivre nettement, sur la plupart des radiographies de fractures qui se sont consolidées avec peu ou pas de déplacement des fragments.

On peut donc dire, qu'au point de vue radiographique, il n'existe que trois périodes dans l'évolution des fractures : 1° période du trait de fracture ; 2° période du cal osseux mou ; 3° période du cal osseux dur ou définitif.

Pendant la seconde période, lorsqu'il s'agit de fractures intéressant des os un peu volumineux, au lieu de la virole externe sphérique ou fusiforme, que l'on rencontre d'habitude sur les diaphyses grêles, on distingue seulement des coulées d'os jeune apposées contre le pourtour des fragments, plus abondants d'un côté que de l'autre, présentant une forme irrégulière, offrant ici des dépressions et là des aspérités qui pénètrent dans les muscles voisins, forment parfois des îlots d'ossification à évolution indépendante, qui n'ont pas encore eu le temps de se réunir.

Lorsque la consolidation se fait, avec déviation angulaire des fragments, le cal se développe surtout dans la concavité de l'angle de réunion qu'il tend à combler ; le profil des deux os devient sensiblement rectiligne de ce côté, tandis que du côté opposé existe une saillie plus ou moins anguleuse.

Dans les fractures avec chevauchement, on voit seulement au début une sorte de gangue osseuse réunissant les faces juxtaposées des fragments, comblant l'intervalle qui existe entre elles, et n'empiétant sur les extrémités osseuses elles-mêmes que pour émousser l'arête des angles qu'elles forment avec le fragment voisin.

Lorsque la consolidation s'est faite avec déplacement latéral, et à plus forte raison avec chevauchement des fragments, la continuité du canal médullaire ne se rétablit jamais.

Le cal, même très ancien, des fractures avec chevauchement, conserve toujours, malgré sa solidité, un caractère spongieux, et présente parfois, dans sa continuité, des lacunes d'étendue variable, dues au passage d'un tendon, d'un faisceau musculaire, d'un cordon vasculaire ou nerveux.

La radiographie n'est pas seulement d'une grande utilité pour établir le diagnostic de la fracture et suivre les différentes phases de son évolution ; elle nous permet aussi de juger la valeur des appareils préconisés pour maintenir la réduction et obtenir un cal aussi parfait que possible. Son emploi méthodique dans ce but n'a pas été fait d'une façon complète ; cependant nous croyons devoir indiquer les principes de traitement qui nous guident actuellement, et qui sont le résultat de notre expérience clinique et radiographique.

Toute fracture diaphysaire doit être réduite et maintenue réduite, jusqu'à ce que l'os ait repris sa rigidité, si l'on veut obtenir une restitution aussi complète que possible de la forme et de la fonction du membre.

C'est dire que le traitement sans appareil ne nous semble pas recommandable, sauf dans les cas exceptionnels où il n'y a ni déplacement, ni tendance au déplacement.

Comment faire la réduction ? Il faut tout d'abord tenter de l'obtenir par des manœuvres externes, en plaçant au besoin le blessé dans la résolution chloroformique, et contrôler, au moyen des rayons de Roentgen, le résultat acquis, soit immédiatement, soit mieux après l'application de l'appareil de contention. Si l'on constate, à la suite de plusieurs tentatives faites à quelques jours d'intervalle, qu'elle ne peut être obtenue d'une façon suffisante, il faut recourir à l'intervention sanglante, et pratiquer la réduction à ciel ouvert, sous le contrôle direct de l'œil et du doigt.

Pour certaines fractures intéressant le squelette des segments de membres pourvus de muscles puissants, tels la cuisse, le bras et parfois la jambe, il sera utile d'appliquer, préalablement à toute tentative de réduction, une extension continue pendant quelques jours, mais il ne faudra jamais laisser à la traction, comme nous l'avons vu faire quelquefois, le soin de produire la réduction des fragments. L'extension devra avoir simplement pour but de lutter contre la tonicité et la contracture musculaire, et de faciliter la réduction avec les mains, ou avec les appareils que l'on tentera quelques jours plus tard.

Une fois la réduction pratiquée, soit par les manœuvres externes, soit par l'intervention sanglante, comment la maintenir ? Deux catégories de moyens sont préconisés : les uns emploient dans tous les cas des tuteurs de différentes sortes appliqués immédiatement ou non sur la peau du membre ; d'autres pensent qu'il est préférable, pour la cuisse en particulier, de tenter de maintenir les fragments bout à bout et en direction, en recourant à l'extension continue.

Pour le bras, l'avant-bras et la jambe, nous estimons que le meilleur appareil de contention est réalisé par une gouttière plâtrée appropriée, et que pour la cuisse, il faut combiner la traction continue à la Hennequin, avec l'emploi de la gouttière ou fil de fer de cet auteur. Nous avons cependant vu d'excellents cals du fémur obtenus sous l'emploi de la traction continue, par l'application de l'appareil de Scultet, ou d'une gouttière plâtrée ; mais quand le sujet est fortement musclé, ou quand la fracture se rapproche

de la partie supérieure du fémur, les gouttières n'ont pas suffisamment d'action sur l'os, et il faut leur adjoindre la traction continue.

Les fractures métaphysaires s'accompagnant fréquemment de pénétration, celles de l'extrémité inférieure du radius, des extrémités supérieures de l'humérus et du tibia entre autres, il y aura lieu tout d'abord de tenter le désenclavement des fragments, au moyen des mains, des appareils, ou par l'intervention sanglante. Il faudra ensuite, en cas d'éclatement du plateau épiphysaire, rapprocher les fragments disjoints, par des pressions appropriées, puis immobiliser la région dans une gouttière plâtrée, pendant un temps relativement court et procéder ensuite au massage pour éviter les raideurs de l'articulation intéressée.

Les fractures épiphysaires, quelquefois incomplètes, le plus souvent partielles ou parcellaires, ne nécessitent généralement pas de tentatives de réduction et sont justiciables immédiatement du massage. Si une réduction s'imposait, il faudrait pendant quelques jours maintenir les fragments en place, au moyen d'une gouttière plâtrée, avant de procéder au massage.

Nous examinerons toutes ces questions d'une façon un peu plus précise, en étudiant les affections de chaque région.

2° Fractures par armes à feu. — Grâce à la radiographie, nous avons pu étudier les types de fractures expérimentales obtenues dans des tirs sur le cadavre, avec le revolver modèle 1892, en usage dans l'armée française, et avec le fusil Lebel [1]. On se rend ainsi mieux compte, qu'on ne peut le faire au moyen de la dissection, de la position occupée par les fragments et de la situation des esquilles, restées en place, projetées dans les tissus voisins, ou entraînées dans le canal de sortie du projectile.

Sans entrer dans l'étude détaillée des multiples radiographies de fractures expérimentales par armes à feu que nous avons obtenues, nous nous bornerons à en résumer les principaux caractères d'ensemble.

a. *Lésions des diaphyses.* — Nous avons exécuté plusieurs tirs comparatifs sur la diaphyse du fémur, avec le fusil Gras, modèle 1874 et le fusil Lebel, modèle 1896, à charges entières et à 10 mètres de distance. Ainsi que le montrent les radiographies, les lésions ont été très étendues et fortement comminutives avec l'une et l'autre arme. Dans ces foyers d'explosion, la dispersion dans les tissus voisins des esquilles osseuses et des fragments de la balle, est plus prononcée avec le fusil Gras, qu'avec le Lebel ; c'est à peu près la seule différence que nous ayons pu constater.

Sur un fémur perforé par une balle Lebel, à 200 mètres, on retrouve facilement les caractères principaux de la fracture classique en X de Bornhaupt-Delorme ; le type est légèrement comminutif. L'aspect est sensiblement le même sur les radiographies représentant les diaphyses de l'humérus et du péroné, atteintes par des balles Lebel animées de la vitesse qu'elles pos-

[1] XIII° Congrès international de médecine, Paris 1900. Section de chirurgie militaire, séance du 4 août.

sèdent à 500 mètres. Sur les deux os de l'avant-bras traversés à 1000 mètres, la comminution est encore étendue, particulièrement sur le deuxième os traversé. Sur le radius, et sur les deux os de la jambe atteints à 1200 mètres, les traits de fracture sont moins nombreux et les fragments moins disjoints, mais on voit toujours très bien le foyer d'esquilles transportées dans le trajet, en arrière de l'os traversé, vers l'orifice de sortie. A 1500 mètres les fractures sont encore comminutives.

La radiographie ne fait que confirmer le dire des auteurs qui ont étudié ces traumatismes au moyen de la dissection, à savoir que le degré de comminution et d'éclatement d'un foyer de fracture diaphysaire par les balles actuelles, diminue en raison de l'augmentation de la distance de tir.

Les fractures diaphysaires produites par la balle du revolver, modèle 1892, présentent des caractères analogues, ainsi que le montre également la radiographie.

b. *Lésions des métaphyses.* — Une balle Lebel, à 200 mètres, frappe la métaphyse supérieure du fémur, au-dessous du grand trochanter, et perfore l'os presque transversalement d'avant en arrière. Sur la radiographie, on distingue le trajet de la balle, duquel part une fissure se dirigeant obliquement en bas et en dehors ; le petit trochanter est séparé par une autre fissure. Il n'y a pas solution de continuité de l'os, ainsi que nous le constatons immédiatement par la dissection, tandis que sur la pièce sèche qui a macéré, a été ruginée et plus ou moins violentée, la séparation des fragments est complète.

Une autre balle animée de la même vitesse traverse d'avant en arrière la rotule, sur laquelle la radiographie montre une fracture étoilée ; puis elle perfore de bas en haut et d'avant en arrière la métaphyse inférieure du fémur, qui présente les deux branches supérieures de la fracture en X.

Dans les fractures métaphysaires, la question de rapport entre le volume de la balle et celui de l'os atteint joue un certain rôle. Comparant en effet les lésions précédentes sur les métaphyses du fémur, avec celles produites sur les métaphyses supérieures du radius et du cubitus frappées à 500 mètres, sur une métaphyse humérale inférieure atteinte à 1000 mètres et une métaphyse inférieure du radius à 1500 mètres, nous voyons que la comminution du foyer de fracture semble être en relation, non pas spécialement avec la force vive de la balle, mais surtout avec le volume de l'os lésé.

On comprend en effet que l'action de coin du projectile s'exerce d'autant plus énergiquement que les dimensions de l'os sont moindres.

Nous retrouvons le même degré de comminution dans deux cas de fracture de la métaphyse inférieure des deuxième et quatrième métacarpiens, la première atteinte à 1 500 mètres, et la seconde à 500.

Sur la radiographie de la deuxième pièce, on constate, en même temps que la fracture du quatrième métacarpien, une fracture incomplète de la face latérale externe du troisième. A la dissection nous n'avons trouvé aucune trace de contact du projectile sur la face latérale interne du troisième

métacarpien ; aussi cette fracture, à distance du point frappé, semble-t-elle résulter vraisemblablement de l'expansion centrifuge communiquée aux parties par la rotation du projectile.

c. *Lésions des épiphyses.* — En étudiant les coups de feu des épiphyses des os longs et du corps des os courts, nous devons, encore plus que pour les métaphyses, faire intervenir la relation entre le volume de la balle et celui de l'os atteint, pour expliquer les dégâts observés. Plus l'épiphyse est volumineuse, plus est considérable la proportion de tissu spongieux central relativement au tissu compact constituant la corticale, moins sont prononcées les lésions de cette dernière qui pourra ne présenter aucune trace d'éclatement.

On tire une balle Lebel, à charge entière, à la distance de 8 mètres, à travers l'épiphyse supérieure du tibia. Sur la radiographie, on voit un trajet se présentant avec un aspect identique à celui que donne un coup de feu en séton des parties molles ; il n'y a pas de dislocation appréciable, pas d'explosion de l'os.

La radiographie nous montre le même aspect dans un coup de feu du calcanéum par balle de révolver, modèle 1892, tirée à 2 mètres, alors que les lésions sont plus accentuées sur un cuboïde et sur une épiphyse radiale inférieure, frappés à la même distance.

La perforation de l'acromion et de l'extrémité supérieure de l'humérus, la perforation du col du fémur par balle Lebel, à 1 200 mètres, ne se traduisent sur le cliché que par une tache noire circulaire, indiquant la perte de substance osseuse constituée par le trajet, mais il n'y a pas de signe d'éclatement.

Une perforation antéro-postérieure du plateau tibial inférieur et de la poulie astragalienne, réalisée à 1 500 mètres, et constatée par la dissection, ne se laisse même aucunement deviner sur une radiographie prise dans le sens perpendiculaire au trajet.

La radiographie a été employée dans certaines guerres récentes, particulièrement dans la guerre hispano-américaine, dans la guerre anglo-boer, et par les Japonais, pendant les troubles de Chine en 1900. On a pu ainsi étudier, sur le vivant, les fractures par balles, d'une façon scientifique et beaucoup plus précise que l'on n'avait été à même de le faire auparavant. On a retrouvé, sur le vivant, les types de lésions réalisées sur le cadavre par la méthode expérimentale.

Outre ce côté théorique, les rayons de Roentgen ont eu, pour la thérapeutique de ces traumatismes, le grand avantage de préciser le mode de traitement à employer, en démontrant que le degré de comminution de l'os ne jouait qu'un rôle insignifiant, en comparaison de l'état septique ou aseptique de la blessure qui constitue le facteur principal devant guider la conduite du chirurgien.

Dans les fractures diaphysaires, il ne faut intervenir et pratiquer le débridement et l'esquillotomie primitive que dans les cas où l'orifice de sortie est

large, béant, tapissé d'esquilles visibles, ou lorsque les plaies sont recouvertes de souillures apparentes.

Quand les orifices d'entrée et de sortie ont les dimensions restreintes que l'on rencontre habituellement, même dans les cas où la comminution osseuse est prononcée, il suffit d'appliquer un pansement antiseptique, ou aseptique, sec et occlusif, en s'abstenant soigneusement de toute tentative d'exploration ou d'irrigation du trajet, de pratiquer, s'il y a lieu, la réduction de la fracture par manœuvres externes et d'immobiliser le membre en bonne position.

Les résultats heureux fournis par le traitement conservateur, s'obtiennent, malgré l'infection primitive légère et fatale de la blessure. Les recherches de Lagarde, Delorme, Faulhaber, Nimier, etc., ont en effet démontré que, dans la réalité, toutes les plaies par balles, même celles qui sont produites par les petits projectiles modernes à chemise, contiennent des corps étrangers et des microbes entraînés dans leur canal. Mais la pratique a prouvé que le nombre des bactéries ainsi ensemencées n'est pas suffisant pour développer une infection chirurgicale et amener l'inflammation et la suppuration, pourvu que la blessure soit protégée par le pansement contre les infections secondaires surajoutées, laissée au repos et que le foyer de fracture soit convenablement immobilisé.

On obtient de la sorte la guérison de ces traumatismes, avec le minimum de dégâts primitifs ou éloignés. Les esquilles détachées sont englobées dans le cal, et la consolidation se fait avec un degré variable de raccourcissement.

Relativement au traitement, on peut appliquer aux fractures des os longs et des os courts spongieux, les mêmes conclusions qu'aux fractures des diaphyses ; c'est-à-dire que le choix de la thérapeutique à mettre en œuvre dépend avant tout de la question d'infection ou de non-infection. En envisageant le degré de comminution de l'os, le traitement conservateur et expectant est encore plus indiqué que dans les blessures des diaphyses, puisque la radiographie nous montre que le nombre et la grosseur des fragments sont toujours moindres, dans les blessures par balle des épiphyses, que dans celles des diaphyses.

Le fait que l'articulation peut être ouverte ne contre-indique pas l'emploi du traitement expectant.

Lorsque ce traitement sera complété par un transport rapide sur une formation sanitaire fixe, où l'on sera en état de faire, sous le couvert de l'asepsie ou de l'antisepsie, les opérations qui pourront devenir nécessaires, il y aura lieu d'attendre de cette pratique les meilleurs résultats.

3° **Moignons d'amputation.** — Les rayons de Roentgen nous permettent d'étudier les moignons d'amputation, un temps variable après l'opération. On peut ainsi se rendre compte de la position de l'os au milieu des parties molles, voir si le moignon est bien capitonné ou atteint de conicité, étudier les modifications subies par l'extrémité de l'os, constater la présence d'os-

téophytes qui expliquent parfois pourquoi un moignon est douloureux, reconnaître la présence d'une synostose terminale abolissant les mouvements de pronation et de supination de l'avant-bras, étudier la position du fragment osseux opposé à l'extrémité de l'os, dans les amputations ostéoplastiques de Bier, de Gritti, de Pirogoff, etc.

4° **Lésions articulaires traumatiques.** — Le diagnostic des lésions articulaires traumatiques reste souvent très difficile, ou même impossible à établir d'une façon exacte, sans le secours de la radiographie.

Fréquemment, ce n'est qu'après l'emploi des rayons de Roentgen, que l'on peut affirmer qu'une entorse est simple, n'intéressant que les tissus ligamenteux ou tendineux, ou bien qu'elle s'accompagne d'arrachement d'un copeau osseux, de fracture parcellaire.

Parfois même, l'existence d'une fracture partielle ou totale intra-capsulaire d'une extrémité articulaire, ne sera dévoilée que par ce moyen complémentaire d'examen.

Dans les cas de luxation, la radiographie nous montrera la position réciproque des extrémités osseuses déplacées et pourra ainsi faciliter leur reposition. D'autres fois, elle nous permettra de constater que la luxation se complique d'une fracture plus ou moins étendue, et de forme particulière, ce qui explique l'insuccès des tentatives de réduction et peut commander le recours à l'intervention sanglante.

Certaines luxations ne se maintenant pas réduites, après des manœuvres de reposition correctes et efficaces, c'est encore la radiographie qui nous montrera la cause de la reproduction spontanée du déplacement, en nous faisant constater un arrachement de l'apophyse coronoïde du cubitus, par exemple, compliquant une luxation des deux os de l'avant-bras en arrière de l'humérus.

5° **Lésions articulaires consécutives au traumatisme.** — A la suite des traumatismes articulaires, il persiste souvent des troubles fonctionnels d'importance variable, dont il était difficile d'apprécier la nature, avant l'emploi de la radiographie.

Les entorses s'accompagnant de fractures parcellaires, par arrachement des points d'insertion des ligaments, ou de rupture partielle des muscles voisins, peuvent être le point de départ d'ostéomes musculaires consécutifs que l'on rencontre particulièrement à la région du coude. De même la capsule et ses ligaments de renforcement peuvent être envahis par des noyaux d'ossification de forme et d'étendue variable, produire de la périarthrite ossifiante capsulaire, lésions qui toutes gênent à un degré différent le fonctionnement de l'articulation, en limitent les mouvements et les rendent plus ou moins douloureux. Ce sont là des conséquences trop fréquentes de traumatismes assez bénins en apparence, ainsi que nous avons eu l'occasion de le constater.

Certains sujets, postérieurement à d'anciens traumatismes du genou

sont atteints d'hydarthroses à répétition provoquées par la présence d'un corps étranger ostéo-cartilagineux libre dans la synoviale. Quelquefois c'est la radiographie seule qui permet de déceler la présence du corps étranger dont l'extraction est indiquée.

Consécutivement à des traumatismes articulaires plus graves, c'est une ankylose plus ou moins complète qui peut parfois survenir. C'est encore l'emploi des rayons X qui permettra de dire, si l'ankylose est fibreuse ou osseuse, et suivant le cas, on sera amené à pratiquer la mobilisation graduelle ou brusque de la jointure, ou bien il sera indiqué de procéder à une intervention sanglante. En cas d'ankylose fibreuse, le trait opaque représentant la projection de l'interligne articulaire persiste, moins net toutefois que du côté sain, tandis que si l'ankylose est osseuse, on voit les surfaces articulaires en contact réunies par des travées osseuses, et tout vestige d'interligne est parfois supprimé.

6° Corps étrangers. — Les corps étrangers que l'on rencontre dans l'organisme et qui peuvent nécessiter l'intervention du chirurgien et l'emploi de la radiographie, proviennent de l'extérieur, ou bien se forment sur place.

Parmi les premiers, les uns pénètrent les tissus par effraction, lancés par une arme à feu (projectiles divers), projetés par des outils pendant le travail (fragments de métaux), enfoncés accidentellement dans le cours de la vie journalière (aiguilles, morceaux de verre, de bois, etc.), ou mis en place par le chirurgien (prothèse interne, fils métalliques) ; les autres ont pénétré accidentellement par les voies naturelles et sont logés dans l'œsophage, l'estomac, l'intestin, le rectum, la trachée et les bronches, l'urèthre et la vessie, etc. ; ce sont des pièces de monnaie, des dentiers, et autres objets très divers comme forme et comme nature.

Les corps étrangers formés sur place sont également très variés : calculs de la vessie, du bassinet, des voies biliaires, de l'intestin ; séquestres osseux, etc.

Certains de ces corps étrangers réclament une extraction immédiate; d'autres permettent de retarder l'intervention, et même ils peuvent être tolérés parfaitement par l'organisme, et ne provoquer, ni réaction locale, ni symptôme fonctionnel anormal. Il appartient au chirurgien de préciser les cas dans lesquels il faut intervenir, ou s'abstenir. En règle générale, nous pouvons dire qu'il est indiqué d'enlever tous les corps étrangers dont la présence provoque des accidents locaux ou à distance, tandis que ceux qui sont bien tolérés, n'amènent que des phénomènes réactionnels insignifiants, ne doivent être l'objet de tentatives d'ablation que si l'opération est simple, sans danger pour la vie et ne risque pas d'amener la lésion d'organes ou de tissus importants. Il ne faut donc pas dire que tout corps étranger constaté et localisé doit être enlevé, comme on a proposé de le faire, à un moment donné, pour tous les projectiles logés dans la substance cérébrale ; on n'interviendra que s'il y a des indications cliniques à le faire, sans quoi on risquera d'opérer par complaisance, ou par suggestion, et en cas d'accident, le chirur-

gien sera attristé par les malédictions du malade et les remords de sa conscience.

Nous n'avons pas à revenir sur la manière de rechercher et de localiser les corps étrangers, au moyen des rayons de Roentgen ; nous avons traité précédemment ces questions et avons également parlé du degré d'opacité variable des divers corps étrangers aux radiations nouvelles.

Les procédés que l'on peut employer pour l'extraction des corps étrangers logés dans l'intérieur des tissus, ou dans la lumière des conduits et cavités de l'organisme, sont trop nombreux et trop divers, pour que nous puissions donner quelques indications générales à ce sujet.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques

C'est surtout dans l'étude des lésions infectieuses du squelette que la radiographie peut rendre des services appréciables. Elle peut cependant permettre également, de reconnaître la forme et la situation de foyers d'inflammation, ou de tumeurs situées au milieu des parties molles ; mais il faut dans ce cas que la densité de l'ombre portée par le tissu pathologique soit supérieure à celle des tissus ambiants : c'est ainsi que l'on peut apercevoir des abcès, des tumeurs, etc., occupant le poumon, la plèvre, le médiastin, etc. Le diagnostic des lésions de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin, du foie, bénéficie de même de la radiographie, dans des cas particuliers. Certaines lésions du cœur ou des vaisseaux, certaines affections du système nerveux central et périphérique peuvent aussi tirer une certaine lueur de l'emploi des rayons de Roentgen.

Pour nous restreindre, bornons-nous à exposer quelques considérations générales sur les lésions osseuses et articulaires infectieuses et dyscrasiques, justiciables du nouveau mode d'examen.

Les hyperostoses diverses, les exostoses, la raréfaction ou la condensation de la totalité d'une pièce squelettique ou d'un de ses points, nous montrent, par comparaison avec les parties saines du même os, de l'os du membre symétrique, ou de l'os correspondant d'un sujet de même âge, des modifications de forme, de volume, de transparence du système osseux. Ces indications auront une valeur appréciable pour le chirurgien qui se proposera de pratiquer une intervention, ou d'apprécier les résultats d'une opération effectuée.

Avant d'entreprendre le redressement d'une courbure diaphysaire, ou la correction d'une déviation articulaire, il sera utile de procéder à la radiographie. L'étude attentive du cliché permettra au chirurgien de mieux préciser les conditions de l'opération à faire, de savoir exactement où porter le ciseau pour une ostéotomie, quelle direction il faut donner à la section, si elle doit être linéaire ou cunéiforme.

Il pourra au besoin prendre des mensurations exactes sur le cliché, décalquer sur papier le contour de l'os et le découper, pratiquer aux ciseaux

sur ce patron l'opération projetée et juger si elle est suffisante pour ramener l'os ou l'articulation en bonne direction.

Après l'opération, il pourra suivre la marche de la réparation, contrôler la bonne situation des parties, reconnaître l'intégrité ou la rupture des ligatures ou sutures métalliques, etc.

S'il s'agit d'un foyer d'ostéomyélite, d'un tuberculome, d'un syphilome, d'un sarcome, et autres tumeurs intéressant un os, il sera également très utile d'en connaître la situation et les dimensions ; on sera plus certain de ne pas produire de délabrements inutiles pendant l'intervention et d'enlever largement toutes les parties malades. Le contrôle ultérieur de la guérison pourra se faire de la même manière.

Le diagnostic des arthrites, particulièrement l'arthrite tuberculeuse, bénéficient grandement de l'emploi de la radiographie. Au début de l'affection, l'interligne articulaire se montre flou, comparativement à celui du côté opposé ; ce signe pourra être avantageusement utilisé pour le diagnostic de la coxalgie au début, par exemple. Plus tard, avec les progrès de l'affection on peut voir la synoviale des articulations tuberculeuses distendue par des fongosités ; les extrémités épiphysaires, dont les trabécules osseuses sont raréfiées par l'envahissement de la graisse ou des fongosités réparties en nappe, se montreront plus transparentes aux rayons ; les cavités intra-osseuses remplies de fongosités ou de matière caséuse seront moins opaques que le tissu voisin, tandis que l'inverse se produira, si elles sont occupées par des séquestres. A cette période de l'ostéo-arthrite, on verra fréquemment les cartilages d'encroûtement articulaires épaissis se dessiner sur la plaque sensible, sous la forme de lignes blanches très nettes, tandis que les extrémités épiphysaires qui les supportent, sont grises et plus ou moins floues. Les interlignes articulaires ne se reconnaissent plus que par la présence des cartilages encore intacts.

A une période ultérieure, les cartilages d'encroûtement disparaissent eux-mêmes, les extrémités osseuses corrodées se déforment, et les luxations pathologiques se produisent.

Toutes ces lésions sont reconnaissables à la radiographie, et le chirurgien peut tirer profit de leur étude, en cas d'intervention opératoire.

Les résections articulaires que l'on pratique se terminent, suivant les cas par néarthrose ou par ankylose. Le résultat obtenu est souvent volontaire et cherché, mais parfois il va à l'encontre du désir et des espérances du chirurgien.

Nous ne voulons pas revenir sur l'aspect des ankyloses à la radiographie ; nous en avons parlé précédemment.

Si l'on obtient une articulation mobile, au coude par exemple, on peut suivre, en prenant des radiographies échelonnées, les différents temps de la constitution de la néarthrose. Les nodules osseux disséminés sans ordre apparent, au milieu des parties molles périarticulaires, que l'on rencontre au début, finissent par se réunir, ils se soudent aux extrémités osseuses, et forment, en se modelant progressivement, des tubérosités ou des apophyses

qui ne reproduisent pas fatalement le type de la jointure, mais lui permettent le mouvement et lui donnent la solidité.

De même après les résections des os courts, calcanéum, astragale, etc., on peut voir finalement des noyaux osseux se reproduire et occuper le centre de la gangue fibreuse qui s'est substituée à l'os enlevé et en occupe la place.

§ 3. — Lésions congénitales

L'étude radiographique des lésions congénitales osseuses ou articulaires (courbures diaphysaires, arrêts de développement, exostoses ostéogéniques, synostoses anormales, doigts supplémentaires, etc.), pourra rendre des services au chirurgien, à deux points de vue différents.

Si une intervention est indiquée, il sera en état, en étudiant la plaque à loisir, de se rendre un compte exact de la lésion, et utiliser les renseignements acquis, pour le choix et l'exécution de l'opération.

D'autres fois un sujet, atteint d'une déformation osseuse congénitale, se fait un traumatisme léger, dans une circonstance lui permettant de bénéficier des lois sur les accidents du travail. Il fait remonter son infirmité au fait incriminé et souvent ce ne sera qu'en recourant à la radiographie qui montrera l'absence de tout stigmate traumatique, que l'on pourra opposer à ses prétentions une fin de non-recevoir justifiée.

§ 4. — Médecine légale

Lorsque la radiographie sera appelée à jouer un rôle dans une expertise médico-légale civile ou militaire, elle pourra fournir des renseignements de deux sortes : elle montrera la réalité de la lésion invoquée, permettra d'en mieux étudier les caractères que par l'examen clinique seul, et servira à préciser davantage le degré réel d'invalidité, et la diminution de la capacité de travail qui en résulte ; ou bien l'emploi des rayons de Roentgen confirmera l'absence de toute lésion capable d'expliquer l'impotence invoquée par le sujet, et elle contribuera dans ce cas à dépister la simulation ou l'exagération d'une infirmité qui n'existera pas, ou sera très légère.

Dans les pages qui précèdent, nous avons chanté les louanges de la radiographie, en faisant entrevoir les services appréciables qu'elle est appelée à rendre au chirurgien et au médecin-expert. Il nous faut maintenant attirer l'attention sur quelques conséquences fâcheuses qui peuvent résulter de son emploi, suivant la mentalité et l'état d'âme des individus examinés.

En règle générale, il y a lieu, croyons-nous, d'éviter de montrer au sujet l'image de la lésion qu'il présente, sauf dans les cas où la vue des désordres constatés peut l'inciter à acccepter un traitement ou une opération dont il ne comprend pas tout d'abord la nécessité et qu'il refuse de suivre ou de subir.

Il n'est pas rare, en effet de rencontrer des blessés nerveux et émotionnables, ne s'inquiétant pas outre mesure des conséquences d'un traumatisme dont ils ignorent en partie la gravité, qui tombent subitement dans la désespérance la plus profonde, quand ils voient, objectivés par l'écran ou la plaque sensible, des dégâts dont ils ont naturellement tendance à s'exagérer l'importance; l'ignorance et le doute sont salutaires pour certains esprits que la vérité et la réalité terrorisent et découragent.

D'autres, atteints de lésions sans conséquences sérieuses, qualifiées contusion ou entorse, lorsqu'on n'utilise que les moyens habituels d'exploration profitent de ce qu'on leur a appris et montré, après l'emploi des rayons de Roentgen, qu'ils avaient une fracture incomplète ou partielle, pour se laisser obséder par le mot de fracture, et pour exagérer de bonne foi, ou avec une intention frauduleuse, une impotence qui n'a aucune raison d'être et qu'ils n'auraient jamais songé à invoquer, si on avait respecté leur ignorance.

Enfin certains sujets traités d'une fracture par un chirurgien consciencieux et compétent ne se font pas faute d'accuser celui-ci de négligence et d'impéritie, le jour où un radiographe leur révèle que l'os fracturé n'a pas repris exactement son profil primitif, alors qu'antérieurement ils étaient satisfaits de la forme extérieure correcte et du fonctionnement convenable du membre traumatisé.

DEUXIÈME SECTION

ÉTUDE PARTICULIÈRE ET PAR RÉGIONS ANATOMIQUES DES AFFECTIONS CHIRURGICALES JUSTICIABLES DE LA RADIOGRAPHIE

Nous allons tenter de montrer, plus amplement que nous n'avons pu le faire dans les considérations générales précédentes, et en nous appuyant uniquement sur les résultats de notre expérience personnelle, les services précieux que la radiographie peut rendre au chirurgien, au point de vue de la pathogénie, du diagnostic et du traitement d'un grand nombre d'affections.

C'est intentionnellement que nous n'avons voulu utiliser pour ce travail que les radiotypes pris par nous-mêmes, sur des malades que nous avions préalablement examinés par les moyens cliniques ordinaires, dont nous avions recueilli l'observation et dont nous avions suivi ou assuré le traitement.

Nous avons refusé systématiquement de profiter d'un matériel parfois considérable et riche, que de généreux camarades mettaient libéralement à notre disposition. Nous avons également laissé de côté, de parti pris, les nombreuses figures radiographiques que l'on peut trouver avec observations et considérations à l'appui, dans différentes publications médicales, spéciales ou générales, de langue française ou étrangère.

Reproduire toutes les observations, même résumées, que nous avons recueillies à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce, pendant les quatre années où nous avons eu la direction du Laboratoire de radiographie, et à l'hôpital de Marseille dans le service de chirurgie que nous assurons depuis plus de deux ans, serait un travail fastidieux ; relater d'une façon globale, en les catégorisant par espèces et variétés, les différents cas soumis à notre examen, constituerait d'autre part une statistique sans grand intérêt pratique.

Nous croyons par conséquent nécessaire de chercher à éviter l'un et l'autre écueil, en groupant et exposant d'une façon synthétique les cas similaires ou offrant peu d'intérêt, ne rapportant individuellement que les seules observations présentant des caractères particuliers de rareté ou d'importance chirurgicale.

Chemin faisant, surtout lorsqu'il s'agira des traumatismes osseux ou articulaires, nous aurons à nous occuper de la pathogénie des lésions constatées et à indiquer la thérapeutique qui nous semble de mise dans la circonstance ; nous ferons ainsi œuvre de chirurgien et non de simple radiographe.

I. — MEMBRE SUPÉRIEUR

CHAPITRE PREMIER

AFFECTIONS DES DOIGTS

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures des phalanges des doigts, par causes communes. — Ces fractures, généralement de cause directe, ne sont pas toujours faciles à diagnostiquer par les moyens cliniques ordinaires, surtout lorsqu'elles intéressent la phalange terminale. Nous avons eu l'occasion d'en radiographier onze cas.

Deux fois il s'agissait de fracture de la phalangette du médius. Dans l'un de ces cas, le trait de fracture à direction transversale (fig. 153), fut facile à voir sur une radiographie postéro-antérieure.

Dans l'autre, le trait était oblique de bas en haut et d'avant en arrière.



Fig. 153.



Fig. 154.



Fig. 155.

Comme il n'y avait pas de déplacement, on ne pouvait que supposer la fracture, en examinant la radiographie postéro-antérieure (fig. 154), tandis qu'elle était très nette sur l'image transversale (fig. 155).

Les deux fractures de la phalangine que nous avons observées, concernaient le médius et l'annulaire.

Dans les deux cas, le trait de fracture intéressait la diaphyse ; chez l'un de ces blessés, nous n'avons pris qu'une radiographie postéro-antérieure (fig. 156) ; chez l'autre, une radiographie transversale (fig. 157) nous permit de constater qu'il existait un déplacement dorsal, avec chevauchement assez accentué, que l'on ne pouvait prévoir, en examinant seulement la radiographie postéro-antérieure (fig. 158).

Des tractions exercées sur l'extrémité du doigt permirent de corriger le

déplacement, et la contention fut assurée, au moyen d'une gouttière palmaire en carton, fixée par une bande amidonnée.

Chez six blessés la fracture portait sur la première phalange et intéressait : deux fois l'index, une fois le médius, une fois l'annulaire, et deux fois le petit doigt.

Les deux fractures de l'index siégeaient sur la région diaphysaire : l'une concernait une fillette de cinq ans, qui fut radiographiée dans deux plans



Fig. 156.



Fig. 157.



Fig. 158.

perpendiculaires, après la réduction et à travers l'appareil de contention (fig. 159 et 160) ; l'autre avait trait à un cavalier dont le cheval avait tiré au renard, pendant que le doigt passait la bride dans l'anneau d'attache ; il



Fig. 159.



Fig. 160.



Fig. 161.



Fig. 162.



Fig. 163.

existait du déplacement latéral des fragments et une plaie des parties molles palmaires (fig. 161).

Dans le cas de fracture du médius, avec plaie contuse des téguments antérieurs, le gonflement des parties molles était tel, que nous n'avons pu affirmer nettement la fracture, qu'après l'examen radiographique. Le déplacement en dehors était assez prononcé (fig. 162) ; la consolidation se fit dans cette position et les mouvements du doigt ne furent en rien gênés.

Obs. I. — B..., soldat d'infanterie de marine avait eu l'annulaire droit pincé entre une porte et son chambranle. Traité un mois plus tard pour arthrite chronique phalango-phalanginienne, la radiographie nous montra qu'il y avai

ou une fracture oblique du condyle interne de l'extrémité inférieure de la première phalange (fig. 163).

Obs. II. — C..., jeune garçon de onze ans s'était pincé le petit doigt, entre un corps de pompe et son balancier. Il existait une plaie des téguments pansée à la poudre d'iodoforme. Nous avons dû enlever le pansement et la poudre pour obtenir une épreuve nette (fig. 164), sur laquelle on voit que la fracture siège au niveau de la partie inférieure de la diaphyse de la première phalange, et qu'il existe un déplacement en dehors très accentué.

Obs. III. — M..., soldat à la 22e section d'infirmiers s'était fait, huit ans auparavant, une fracture exposée du petit doigt gauche. Le doigt était resté en demi-flexion, avec légère déviation cubitale, et la radiographie nous montra qu'il y avait eu fracture de la diaphyse de la première phalange, avec déplacement



Fig. 164.



Fig. 165.



Fig. 166.



Fig. 167.

dorsal et radial ; la consolidation s'était faite dans cette position vicieuse (fig. 165 et 166).

Dans un cas d'écrasement de l'index, la deuxième phalange avait été complètement détruite, et la première fracturée au niveau de la tête.

Obs. IV. — J..., soldat au 39e de ligne avait eu, à l'âge de neuf ans, l'index droit pris dans une machine. Le doigt raccourci avait conservé sa mobilité sur le métacarpien, mais son extrémité déviée en dedans était semi-ankylosée. La radiographie montra que la phalangine avait disparu, que la tête de la première phalange avait été fracturée irrégulièrement, présentant, sur chacune de ses faces latérales, un petit noyau osseux libre; la phalangette avait conservé sensiblement sa forme, mais était luxée en dedans (fig. 167).

2° Fractures des doigts par armes à feu.

Obs. I. — X..., capitaine d'artillerie, avait reçu une balle de revolver, au niveau de la face dorsale de la base de la phalangette de l'index. La phalange terminale était restée fléchie presque à angle droit. Sur la radiographie prise en 1899, plusieurs années après l'accident, on constate que la face dorsale de la base de la phalangette est hyperostosée irrégulièrement et incrustée de parcelles de plomb (fig. 168 et 169).

Obs. II. — G..., soldat au 18e bataillon de chasseurs, reçut en 1899, une balle de revolver de 6 millimètres, à la face antérieure de la deuxième phalange de l'annulaire droit. Une radiographie prise dans deux plans perpendiculaires nous montra la situation du projectile, à la face antérieure de la partie moyenne

de la phalangine, et une fracture de cette dernière, sans déplacement appréciable des fragments, mais l'un des traits se propageait à l'articulation phalango-phalanginienne (fig. 170 et 171). Le projectile en plomb, qui avait subi



Fig. 168.



Fig. 169.



Fig. 170.



Fig. 171.

une déformation de pointe, fut extrait facilement, et la guérison eut lieu sans complications.



Fig. 172.

Obs. III. — P..., ancien militaire, âgé de 58 ans, a eu l'extrémité du pouce gauche enlevée par une balle, en 1870. Radiographié en 1904, nous constatons que la phalange terminale et l'extrémité distale de la tête de la première phalange font défaut (fig. 172). Cette dernière est restée mobile sur le métacarpien et sert de squelette à un pouce raccourci, mais très utile.

3° Fractures des doigts par explosifs. — Il s'agit plutôt d'amputations accidentelles que de fractures. Dans les trois cas que nous avons eu l'occasion de radiographier, un certain temps après l'accident, et après cicatrisa-



Fig. 173.

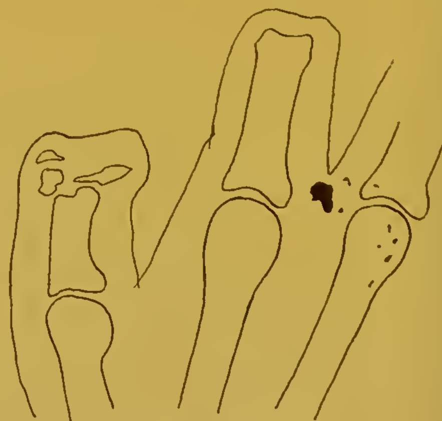


Fig. 174.

tion des moignons, nous voyons qu'une fois, l'éclatement d'un détonateur, dans la main gauche, a produit une section relativement nette et à direction sensiblement transversale, au niveau de la partie moyenne des premières phalanges du pouce, de l'index et du médius (fig. 173) ; qu'une autre fois,

l'explosion d'une cartouche de fulminate, dans la main droite a sectionné le squelette du pouce et de l'index, au niveau de l'interligne des première et deuxième phalanges (fig. 174). Sur le pouce, on remarque, coiffant la tête de la première phalange, trois fragments osseux restés en place, et provenant de la base de la phalange terminale.

Dans un dernier cas, où un fusil de chasse chargé à plomb fit explosion dans la main, la mutilation du médius a porté au niveau de l'interligne phalango-phalanginien ; mais, peut-être parce qu'il s'agissait de poudre noire, la section a été moins nette que dans les cas précédents, et la tête de la première phalange a été fracturée irrégulièrement (fig. 175).

Dans ces mutilations des doigts par explosifs, la section des parties



Fig. 175.



Fig. 176.



Fig. 177.



Fig. 178.

molles et du squelette est généralement assez nette, et se fait, soit au niveau d'un interligne articulaire, soit dans la continuité de l'os.

Il faut se borner à enlever les esquilles libres qui peuvent faire saillie, et laisser à la nature le soin de cicatriser le moignon, ce dont elle s'acquitte fort bien.

Quelquefois on peut être obligé secondairement d'enlever des fragments métalliques provenant de l'enveloppe du détonateur, et incrustés dans les parties molles du voisinage. Toutefois si ces fragments sont petits et ne produisent secondairement aucun trouble fonctionnel, on peut les laisser en place, car ils sont parfaitement tolérés par les tissus.

4° Amputations accidentelles des doigts, par armes tranchantes.

Obs. I. — B..., soldat au 10e bataillon d'artillerie, s'était sectionné les deux phalanges terminales de l'index gauche, avec une hachette en coupant du bois. On enleva la base éclatée de la deuxième phalange, et la cicatrisation donna un moignon bien garni (fig. 176).

5° Luxations des phalanges des doigts.

Nous avons observé deux cas de luxation de la deuxième phalange de l'annulaire sur la première et un cas de luxation métacarpo-phalangienne.

Obs. I. — L..., gendarme, se fit une luxation de la deuxième phalange de l'annulaire gauche sur la première, avec plaie des téguments de la face palmaire du doigt, le 15 août 1900, en tombant de son lit, sur l'extrémité du doigt en hyperextension. Le surlendemain, la radiographie nous montra l'existence d'une luxation dorsale et légèrement latérale (fig. 177 et 178).

Comme la plaie communiquait avec l'articulation, nous pûmes faire la réduction avec la plus grande facilité, en introduisant, entre les phalanges déplacées, l'extrémité d'une branche de ciseaux mousses, qui nous permit par le mécanisme du levier, en prenant point d'appui sur la tête de la première phalange, de soulever et ramener en place la base de la deuxième.

Obs. II. — V..., 2e cuirassiers, promenait son cheval, le 8 mars 1900, en tenant l'annulaire droit passé dans la boucle de la bride. L'animal tira subitement au renard, l'annulaire subit un violent mouvement de torsion, et il en résulta une luxation en avant, par rotation, de la deuxième phalange sur la première, constatée le lendemain à la radiographie (fig. 179 et 180).



Fig. 179.

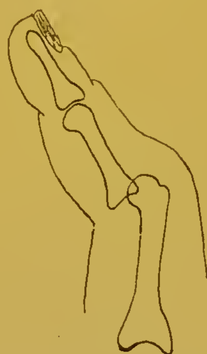


Fig. 180.

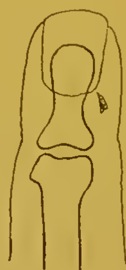


Fig. 181.



Fig. 182.

Obs. III. — N..., soldat au 9e hussards, fait le 8 avril 1904, une chute dans les escaliers; il tombe sur la face palmaire du petit doigt gauche qui se renverse fortement en arrière, et reste fixé avec sa première phalange en hyperextension sur le métacarpien et les deux dernières en flexion. Il fait tirer sur son doigt par des camarades qui transforment inconsciemment, par les tractions directes qu'ils exercent, la luxation simple et complète, en luxation complexe. Le blessé entre à l'hôpital, se plaignant de douleur et d'impotence de l'auriculaire qui est tuméfié à sa racine. Nous constatons que la base de la première phalange est saillante en arrière, tandis que la tête du métacarpien proémine en avant; les mouvements de flexion de l'articulation sont douloureux et à peu près nuls. Nous prenons une radiographie postéro-antérieure qui n'élucide pas beaucoup le diagnostic; en examinant l'épreuve, il semble que la première phalange ait subi un mouvement de torsion et de subluxation en dedans sur le cinquième métacarpien, l'interligne est plus resserrée que normalement, mais il n'y a pas de chevauchement des surfaces articulaires. Pour établir le diagnostic exact, il eut fallu prendre également une radiographie transversale qui nous eut montré la base de la phalange débordant en arrière la tête métacarpienne.

Quoi qu'il en soit, le diagnostic de luxation complexe métacarpo-phalangienne était évident et nous devions tenter de la réduire. La reposition n'ayant pas été possible, le blessé étant éveillé, nous l'avons endormi le 22 avril au chloroforme. Nous avons tout d'abord essayé la réduction par manœuvres externes, en utilisant la pince à phalanges et en mettant en application les conseils donnés par Farabeuf pour réduire les luxations complexes métacarpo-phalan

giennes. Nous n'avons obtenu aucun résultat. Immédiatement, tout ayant été préparé dans ce but, nous ouvrons l'articulation par une incision verticale passant en dedans du tendon extenseur du petit doigt; nous sectionnons aussi largement que possible la sangle glénoïdienne interposée entre la phalange et le métacarpien et ne pouvons pas toujours remettre les os en place. L'obstacle nous semble provenir d'un petit os sésamoïde encastré dans le lambeau interne de la sangle glénoïdienne, et faisant cale entre les surfaces articulaires. Nous l'excisons, et immédiatement avec l'extrémité d'une spatule mousse faisant levier, appuyant sur la tête métacarpienne, nous soulevons et ramenons en place la phalange. La réduction se maintient et les mouvements sont libres. Nous fermons la plaie, au moyen de trois crins de Florence traversant la peau et la capsule simultanément.

6° Corps étrangers des doigts.

Obs. I. — C..., sergent au 115e de ligne, se coupa la face palmaire du pouce gauche, avec un morceau de verre. Un fragment resta dans la plaie, et un abcès se forma. On pratiqua trois incisions, pour rechercher le corps étranger dont on soupçonnait la présence, mais on ne trouva rien.

Cinq mois plus tard nous fûmes appelé à radiographier le malade. Il nous sembla percevoir par le palper un noyau dur dans la pulpe du doigt, et la radiographie prise dans deux plans perpendiculaires, nous montra la présence d'un éclat de verre, situé à la face externe de la deuxième phalange du pouce (fig. 181 et 182).

Obs. II. — B..., 2e cuirassiers, s'enfonça le 21 juillet 1899, un fragment d'aiguille, dans la face palmaire du pouce droit, en étendant de l'encaustique sur le plancher. Trois jours plus tard, nous avons fait la radiographie dans deux plans perpendiculaires (fig. 183 et 184). Une incision fut immédiatement pratiquée, et quelques tentatives de recherches furent effectuées sans succès.

Actuellement, dans un cas analogue, nous pratiquerions l'acupuncture du corps étranger, sous le contrôle de l'écran fluorescent, en opérant de la façon que nous avons indiquée, et nous ne risquerions plus, le bistouri à la main, de passer à côté du corps étranger.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques des phalanges des doigts

Les microbes pyogènes, la tuberculose, la syphilis, les diathèses rhumatismale ou néoplasique, peuvent produire des lésions variées sur le squelette des doigts.

Dans deux cas de panaris de l'extrémité terminale du doigt, la radiographie nous montra des lésions semblables.

La partie distale de la phalangette était envahie par la carie (fig. 185), et un curetage pratiqué dans les limites indiquées par la radiographie amena la guérison.

Un malade présentait, au niveau de la pulpe de l'index droit, un fongus consécutif à une écorchure qui avait eu lieu deux mois auparavant. La radiographie (fig. 186) montra la présence d'un foyer de carie, localisé à la base de la phalangette.

Dans un cas de suppuration chronique du médius, les rayons de Roentgen permirent de constater que la deuxième phalange, dans sa totalité, était envahie par une carie avancée et que l'amputation s'imposait (fig. 187).

Dans quatre observations d'arthrite suppurée phalango-phalanginienne, dans lesquelles une fois l'annulaire et trois fois le médius étaient intéressés, on constatait, sur l'épreuve radiographique, des lésions de carie siégeant sur



Fig. 183.



Fig. 184.



Fig. 185.



Fig. 186.

l'épiphyse correspondante de la phalange ou de la phalangine, ou sur les deux os simultanément, et on pouvait ainsi prendre une détermination opératoire appropriée.

Dans un fait d'ostéomyélite chronique de la première phalange de l'index, nous voyons, une grande cavité centrale de carie, coexister avec un séquestre comprenant une des faces latérales de la diaphyse; il y avait également



Fig. 187.



Fig. 188.

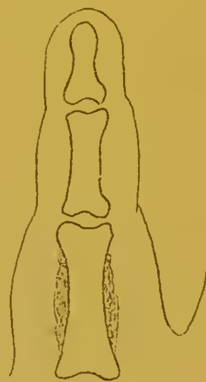


Fig. 189.



Fig. 190.

un commencement de luxation pathologique de l'articulation phalango-phalanginienne (fig. 188).

Obs. I. — M..., lieutenant d'infanterie, est atteint d'ankylose de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius, consécutive à une ostéo-arthrite suppurée produite par une piqûre. La radiographie montra que l'interligne articulaire avait presque complètement disparu, le cartilage d'encroûtement n'existait plus et des travées osseuses unissaient le métacarpien à la phalange; la base de la phalange était engainée par des productions osseuses périostiques. La mobilisation de l'articulation n'était par conséquent pas possible, et on ne pouvait rien espérer des moyens de douceur, pour la récupération des mouvements.

Obs. II. — M..., 115e de ligne, qui ne présentait dans ses antécédents ni affection générale, ni traumatisme à invoquer, était atteint de tuméfaction de la première phalange de l'index droit. La lésion datait de cinq semaines environ et s'était développée insidieusement. Sur l'épreuve radiographique (fig. 189), on voit que la diaphyse de la phalange est entourée par une gaine d'ossification périostique qui se distingue nettement de la surface de l'os primitif.

Obs. III. — P..., soldat à la 22e section d'infirmiers, en traitement pour tuberculose du métacarpe, avec abcès froid sur le dos de la main, montre sur sa radiographie, au niveau de l'épiphyse inférieure de la première phalange du médius, un petit foyer tuberculeux qui ne se traduisait cliniquement que par une légère douleur à la pression de l'os (fig. 190).

Nous avons radiographié deux cas d'enchondrome des doigts : la tumeur



Fig. 191.



Fig. 192.

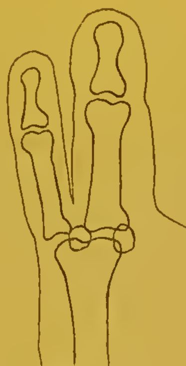


Fig. 193.

dépendait, dans un cas, de la deuxième phalange du petit doigt, et dans l'autre de la première phalange de l'index (fig. 191 et 192).

§ 3. — Lésions congénitales des doigts

Obs. I. — B..., mulâtre, commis des contributions à la Martinique, avait le pouce droit bifide. La radiographie présentait l'aspect suivant (fig. 193) : deux phalanges venaient s'articuler côte à côte, sur la tête du premier métacarpien, et étaient elles-mêmes surmontées d'une phalange terminale. Chacun des pouces jumeaux avait ses parties molles spéciales ; mais le pouce interne, le plus gros, était seul pourvu, à sa base, de deux os sésamoïdes, l'autre n'en ayant aucun.

L'ablation du pouce externe surajouté eut été facile ; le sujet n'y consentit pas, étant habitué à sa difformité qui ne le gênait nullement.

CHAPITRE II

AFFECTIONS DE LA MAIN

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures des métacarpiens par causes communes. — Nous avons observé des fractures siégeant sur la diaphyse, et les extrémités supérieure ou inférieure des métacarpiens. Dans ces cas, la radiographie servit surtout à confirmer le diagnostic, car il n'y eut guère lieu de faire des tentatives de réduction, le déplacement constaté étant généralement peu prononcé.

Le plus souvent les *fractures de la diaphyse* étaient de cause indirecte et reconnaissaient pour mécanisme de production une chute sur les doigts en



Fig. 194.



Fig. 195.



Fig. 196.



Fig. 197.

hyperextension, ou parfois encore une chute sur la partie dorsale de la tête des métacarpiens, le poignet étant fermé.

Deux fois le trait de fracture était sensiblement transversal, avec léger déplacement latéral du fragment inférieur ; le choc avait porté dans ces deux cas sur les têtes des métacarpiens, les doigts étant fléchis ; une fois c'était le cinquième (fig. 194), et une autre fois le deuxième métacarpien qui étaient fracturés.

Dans trois observations de fractures par cause directe, nous avons vu, chez l'un des blessés, le quatrième métacarpien atteint de fracture légèrement oblique ; chez le second qui avait eu la main perforée par un morceau de fer rond, quatre ans auparavant, en attelant des wagons, le quatrième métacarpien était consolidé d'une façon un peu particulière (fig. 195) : le fragment supérieur effilé ne s'était uni que par sa pointe au fragment infé-

rieur qui était flanqué sur ses parties latérales par deux petites esquilles indépendantes ; la plaie avait suppuré et des fragments d'os s'étaient éliminés. Le dernier blessé avait reçu, sur le dos de la main, une caisse pesant cent kilogrammes ; il présentait deux petites plaies cutanées au niveau de la base des deuxième et troisième métacarpiens, sur lesquels on diagnostiqua une fracture au tiers supérieur, d'après les symptômes cliniques. La radiographie nous montra une fracture transversale du deuxième métacarpien, avec faible



Fig. 198.



Fig. 199.



Fig. 200.

déplacement en dedans du fragment inférieur et une fracture légèrement esquilleuse et sans déplacement rompant également la diaphyse du troisième métacarpien.

Nous avons radiographié sept malades atteints de fractures très obliques des métacarpiens : la lésion intéressait une fois le deuxième métacarpien, une fois le troisième, deux fois les troisième et quatrième en même temps, deux fois le quatrième et une fois le cinquième. Nous nous contenterons



Fig. 201.



Fig. 202.

de figurer une seule de ces lésions concernant le troisième métacarpien (fig. 196).

Trois fois nous avons constaté des *fractures du col* des métacarpiens. Dans un de ces cas, il s'agissait de fracture ancienne du col du cinquième, par un coup de pied de cheval ; la tête de l'os s'était infléchie du côté cubital, et consolidée dans cette position (fig. 197).

Un jeune garçon de 11 ans, chez lequel le cartilage épiphysaire n'était pas ossifié, s'était fracturé le col du cinquième métacarpien, en heurtant contre un mur avec le poing fermé (fig. 198) ; il semblait s'agir dans ce cas d'un décollement épiphysaire.

Le dernier cas concerne un sapeur-pompier qui était tombé sur le dos de

la main un mois avant d'être radiographié. Il existait une fracture du col du troisième, consolidé avec chevauchement du fragment inférieur sur le supérieur (fig. 199).

La tête du troisième métacarpien, ainsi que le doigt correspondant étaient rentrés, par rapport aux voisins.

Deux blessés présentaient des *fractures de la base* des métacarpiens : un lieutenant d'infanterie, en tombant de cheval s'était fracturé la base du cinquième (fig. 200) ; un sapeur-pompier, dans une chute à la renverse, en descendant un escalier, tomba sur les deux mains projetées en arrière, et se fit une fracture, avec arrachement et pénétration, de la base du premier métacarpien de chaque main (fig. 201 et 202).

Il s'agissait dans les deux cas ci-dessus de fractures par pénétration analogues à celles qui intéressent l'extrémité inférieure du radius, ainsi que d'autres épiphyses.

Pathogénie des fractures des métacarpiens

Les fractures par causes directes, généralement transversales, ou peu obliques, se font au niveau du point frappé, lorsque le corps contondant est de faible surface, ou au niveau d'un point faible de la diaphyse, lorsque la masse vulnérante presse sur la convexité dorsale de la voûte des métacarpiens.

Les fractures de causes indirectes sont ordinairement très obliques, soit dans le plan frontal, soit dans le plan sagittal, et souvent elles présentent l'apparence spiroïde; elles intéressent d'habitude la diaphyse.

Elles résultent d'une tentative de redressement de la courbure des métacarpiens (chute sur la face palmaire des doigts qui se mettent en hyperextension), ou au contraire d'une augmentation de leur courbure (choc oblique sur la partie dorsale des têtes métacarpiennes).

Lorsque le choc sur la tête métacarpienne a lieu suivant l'axe longitudinal de l'os, il se produit une fracture de la base, avec pénétration et quelquefois éclatement, suivant le mécanisme de télescopage de l'épiphyse par la diaphyse, dont nous parlerons à propos des fractures de l'extrémité inférieure du radius.

Traitement des fractures des métacarpiens

Le traitement de ces fractures ne comporte généralement aucune manœuvre de réduction, et tout appareil de contention est inutile. Le massage et la mobilisation trouvent ici leur emploi.

Cependant dans des cas analogues à ceux des figures 197 et surtout 199, il y aurait lieu de tenter la réduction et de la maintenir par un appareil approprié, pour corriger la déviation ou la rétraction du doigt correspondant, et empêcher la tête métacarpienne déviée de gêner ultérieurement le fonctionnement de la main.

2° Fractures des métacarpiens, par armes à feu. — Nous avons pu en observer six cas, les uns récents, les autres anciens.

Obs. I. — H..., lieutenant d'infanterie, reçut, le 28 juin 1901, une balle de pistolet Flobert, de 6 millimètres, à une distance de 10 centimètres environ. L'orifice d'entrée du projectile se trouvait sur la face externe du deuxième métacarpien gauche, au niveau du col de l'os; il n'y avait pas d'orifice de sortie. Le lendemain, deux radiographies prises dans deux plans perpendiculaires, nous montrèrent que la balle avait traversé la tête du deuxième métacarpien et



Fig. 203.



Fig. 204.



Fig. 205.

faisait saillie sur son côté interne et antérieur (fig. 203 et 204). La région métaphyso-épiphysaire présentait des fissures délimitant quelques esquilles dorsales adhérentes, et le trajet osseux était parsemé de parcelles de plomb. Au moyen d'une incision palmaire, nous pûmes facilement aborder le projectile et l'extraire.

Obs. II. — R.... soldat au 146e de ligne, se tira accidentellement un coup de revolver de 7 millimètres dans la paume de la main gauche, en démontant l'arme qu'il ne croyait pas chargée. L'orifice d'entrée se trouvait à la partie moyenne de la paume de la main, et celui de sortie, vers le milieu de la face dorsale. L'accident était arrivé le 23 mars 1900; un médecin appelé immédiatement débrida l'orifice de sortie, et ne trouva ni esquilles, ni corps étrangers à extraire. Nous fîmes la radiographie le 2 mai 1900 (fig. 205); elle nous permit de constater l'existence d'une fracture oblique, légèrement esquilleuse de la diaphyse du troisième métacarpien, et la présence, au contact de l'os, de plusieurs fragments de plomb, dont un volumineux, situé au niveau du troisième espace interosseux. M. le professeur Mignon arriva facilement à extraire le projectile déformé que le blessé affirmait être sorti.

Obs. III. — W..., soldat au 1er régiment étranger, en nettoyant son fusil Lebel, le 28 juin 1899, eût la main gauche placée au bout du canon, perforée d'avant en arrière par la balle. Il en résulta une fracture comminutive du troisième métacarpien, et une fracture transversale du quatrième. La plaie suppura et on retira deux esquilles, au onzième jour. Radiographié une année environ après l'accident, nous constatons que les troisième et quatrième métacarpiens sont raccourcis, et que le médius et l'annulaire sont rentrés. Le fragment inférieur du quatrième métacarpien s'est consolidé obliquement sur le supérieur; le troisième métacarpien est en bonne direction, mais une esquille libre persiste à son côté externe (fig. 206). Les mouvements d'extension du médius et de l'annulaire se font incomplètement, par suite d'adhérences tendineuses. Aucune intervention chirurgicale n'est indiquée.

Obs. IV. — R..., soldat au 10ᵉ régiment d'infanterie coloniale, reçut en Chine, le 16 novembre 1899, une balle Mauser qui entra au niveau de la face dorsale de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius droit et sortit vers la partie moyenne de la face antérieure du poignet. L'index, l'annulaire et le petit doigt présentent de la raideur des mouvements, par suite de lésions d'adhérences, au niveau de la grande gaine synoviale interne du carpe ; l'articulation métacarpo-phalangienne du médius est ankylosée en extension, et la radiographie montre

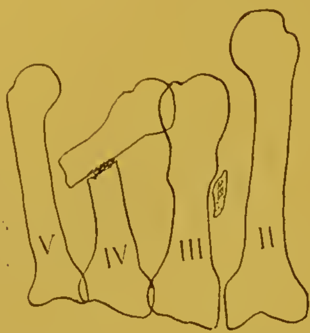


Fig. 206.

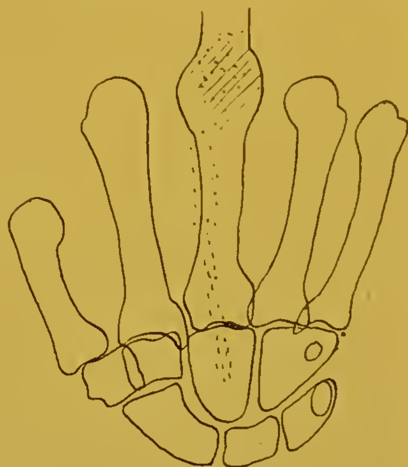


Fig. 207.

qu'il s'agit d'une ankylose osseuse par fusion (fig. 207). Des parcelles de plomb tapissent toute la longueur du trajet suivi par la balle. Une résection métacarpo-phalangienne du médius était indiquée; elle ne fut pas pratiquée.

Obs. V. — C..., caporal invalide, âgé de 54 ans, avait reçu, en 1870, une balle qui lui avait perforé la main gauche, à demi-fermée, supportant le canon du fusil, dans la position de tir. Le médius et l'annulaire avaient été atteints, en même temps que les troisième et quatrième métacarpiens. Au moment où nous le radiographions, en 1899, il existe une rétraction, en flexion, du petit doigt et de l'annulaire ; les autres doigts ont conservé leurs mouvements. L'image obtenue (fig. 208), nous permet de constater que le troisième et surtout le quatrième métacarpiens sont raccourcis et ont une forme irrégulière; la première phalange de l'annulaire est quelque peu incurvée latéralement; les autres phalanges de l'annulaire et celles de l'auriculaire ne semblent pas avoir été fracturées, mais elles sont vues en raccourci et déformées, parce que la radiographie a été prise dans le sens antéro-postérieur, le blessé ne pouvant étendre les deux doigts internes. Des parcelles de plomb se voient disséminées et enkystées, au niveau des deux doigts lésés et au niveau des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens. Le sujet ne désire aucune intervention et est venu se faire radiographier, par pure complaisance[1].

Obs. VI. — M..., soldat invalide, âgé de soixante ans, avait reçu un éclat d'obus, à la main gauche, en 1870. Le projectile avait suivi un trajet oblique de haut en bas, et de dedans en dehors, pénétrant au niveau de la face dorsale des quatrième et cinquième métacarpiens, où l'on sentait une saillie osseuse, avec

[1] Nous nous faisons un devoir d'adresser nos remerciements à M. le médecin principal Hussenet, à cette époque médecin chez des Invalides, qui a bien voulu nous amener ce malade, ainsi que plusieurs autres, pour nous permettre d'étudier les lésions anciennes par coups de feu.

cicatrice cutanée adhérente. Les quatrième et cinquième doigts étaient légèrement rentrés par rapport aux autres. La radiographie (fig. 209) enregistra un léger raccourcissement des deux os atteints. Le cinquième métacarpien présentait, vers sa partie moyenne, un rétrécissement, indice de la fracture ancienne; sur la partie dorsale interne du quatrième était inséré une sorte d'éperon,



Fig. 208.

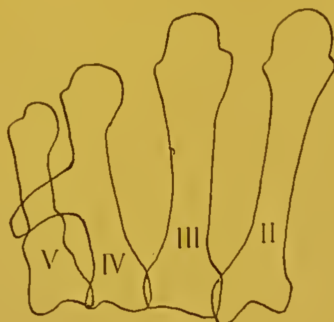


Fig. 209.

auquel était due la saillie constatée cliniquement, et ayant probablement pour origine une esquille implantée obliquement sur la diaphyse métacarpienne, et soudée dans cette position vicieuse.

3° Fractures des métacarpiens par explosifs.

Obs. I. — D..., lieutenant d'infanterie eût, en août 1897, la main blessée par l'explosion d'une caisse de cartouches de tir réduit. Radiographié une année plus tard, nous constatons la présence d'un cal, au niveau de la partie moyenne du cinquième métacarpien, et un certain raccourcissement de cet os, ce qui fait que le petit doigt est rentré. On remarque en outre sur l'image l'ombre de trois corps étrangers métalliques, représentant des fragments de douilles de cartouche qui se sont incrustés dans la main ; le plus gros est situé au niveau du quatrième espace interosseux, et les autres en avant des deuxième et quatrième métacarpiens (fig. 210). Comme leur présence ne gène en rien le fonctionnement de la main, nous ne proposons pas de tentatives d'extraction.

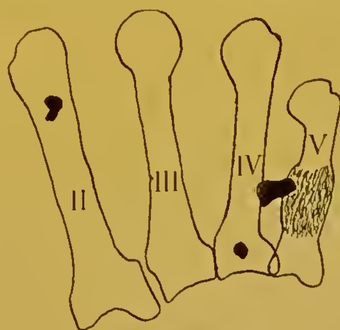


Fig. 210.

4° Amputations chirurgicales des métacarpiens.

Obs. I. — M..., employé au Ministère de la Marine, fut blessé, le 14 juillet 1886, d'un coup de fusil chargé avec des chevrotines en fer. On pratiqua immédiatement l'amputation du pouce et de son métacarpien. Sur la radiographie effectuée treize ans plus tard, nous constatons, au milieu du moignon qui est excellent et non douloureux, la présence d'une esquille triangulaire restée adhérente au flanc externe du deuxième métacarpien (fig. 211).

Obs. II. — S..., soldat au 2e régiment étranger était atteint d'ostéo-arthrite suppurée chronique de l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index gauche,

à la suite d'une morsure d'homme. Nous dûmes pratiquer l'amputation oblique du deuxième métacarpien dans la continuité, le 7 août 1903. Le résultat fut



Fig. 211.



Fig. 212.

excellent, ainsi qu'on peut en juger d'après une radiographie postéro-antérieure de la main, prise le 12 octobre (fig. 212).

5° Résections orthopédiques des métacarpiens.

Obs. I. — R..., sous-lieutenant d'infanterie, à la suite d'une brûlure profonde de la main gauche, par du pétrole enflammé, présentait une déformation et une immobilisation presque complète des quatre derniers doigts, par rétraction cutanée et tendineuse. Les premières phalanges étaient fixées en hyperextension,



Fig. 213.

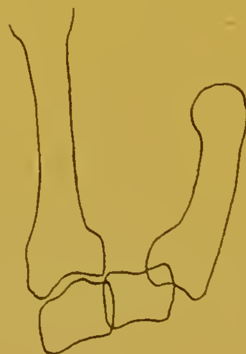


Fig. 214.

et les deux dernières en flexion. Pour tenter de rendre un peu de souplesse aux parties molles excessivement tendues, M. le Professeur Nimier pratiqua la résection de la partie supérieure de la diaphyse des quatre métacarpiens internes. Les mouvements des doigts, presque nuls, avant l'opération, devinrent en partie possibles, et le malade put faire quelque usage de sa main. La radiographie prise un certain temps après l'intervention, montra que les extrémités inférieures des métacarpiens, surtout du quatrième et du cinquième, s'étaient

rapprochées de la base de ces os, mais sans venir tout à fait au contact. La résection n'avait peut-être pas été suffisamment étendue; il eut fallu seulement conserver la tête et la base des quatre os, et pour permettre le rapprochement des fragments des deuxième et troisième métacarpiens qui étaient restés les plus distants, il eut été nécessaire de débrider la commissure du premier espace, qui avait gêné le mouvement d'ascension de la tête du deuxième métacarpien (fig. 213).

6° **Luxations carpo-métacarpiennes.** — Les articulations des quatre derniers doigts étant très serrées et très résistantes se luxent rarement; celle du pouce au contraire qui est très mobile, est prédisposée à ce genre d'accident.

Obs. I. — B..., capitaine d'infanterie, s'était fait, dans une chute sur la main étendue, une luxation en dehors et en arrière du premier métacarpien sur le trapèze (fig. 214). M. le Professeur Robert pratiqua la réduction, en exerçant une traction sur le pouce et des pressions directes sur la face dorsale de la base du premier métacarpien. La radiographie prise quelques jours plus tard, à travers l'appareil plâtré appliqué consécutivement à la réduction, montra que celle-ci s'était maintenue.

7° **Corps étrangers de la main.**

Obs. I. — S..., capitaine de gendarmerie, s'était enfoncé un fragment d'aiguille dans la paume de la main, au niveau de la partie inférieure du quatrième espace interosseux. Je l'examinai et ne constatai rien par la palpation. Je pris alors une radiographie postéro-antérieure, puis une transversale externe-interne



Fig. 215.



Fig. 216.

(fig. 215 et 216) qui montrèrent l'aiguille placée dans une situation antéro-postérieure, entre les têtes des quatrième et cinquième métacarpiens, son extrémité antérieure étant à une faible profondeur sous la peau. Je pratiquai immédiatement une incision palmaire, au niveau indiqué, et je pus faire l'extraction sans difficultés.

Obs. II. — G..., soldat au 3e de ligne, en roulant son couvre-pied, s'était enfoncé une aiguille dans la main gauche, au niveau de la partie inférieure de l'éminence thénar. Au quinzième jour, un médecin pratiqua une incision et rechercha l'aiguille, sans résultat. Dix jours plus tard, une nouvelle tentative d'extraction fut également infructueuse. Le blessé me fut adressé, quarante-cinq jours environ après l'accident. Je l'examinai et ne constatai rien de parti-

culier à la palpation. Les radiographies que je pris, l'une postéro-antérieure, l'autre interne-externe, me montrèrent nettement la présence et la situation de l'aiguille incriminée. Logée dans les parties molles de l'éminence thénar, elle avait une direction oblique de bas en haut et de dedans en dehors; sa pointe était en contact avec le côté externe de la base du premier métacarpien (fig. 217 et 218). Par suite de circonstances particulières, je n'ai pu procéder à son extraction que deux jours après l'examen radiographique, ce qui n'eut aucun inconvénient dans la circonstance. Mais je me hâte d'ajouter que cette manière de faire n'est pas à conseiller, et que le mieux est d'intervenir immédiatement

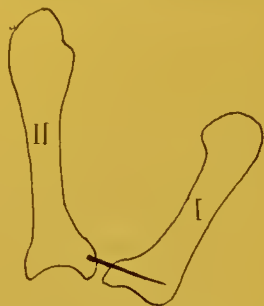


Fig. 217.



Fig. 218.

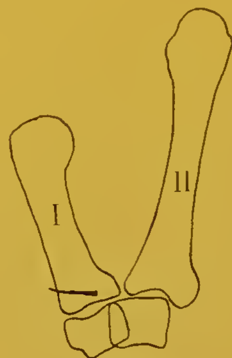


Fig. 219.

après l'examen par les rayons de Roentgen, car chacun sait, avec quelle facilité surprenante, les aiguilles peuvent se déplacer dans les tissus.

Après cocaïnisation locale, je pratiquai une incision de trois centimètres, parallèlement au bord radial de la main, à l'union du tiers externe et des deux tiers internes de l'éminence thénar. Je passai par un interstice musculaire, et avec la sonde cannelée, j'ouvris une tranchée en me dirigeant de dehors en dedans, perpendiculairement à la direction du corps étranger. Bientôt la sonde, dans son mouvement de va-et-vient, eut le contact de l'aiguille. Je la saisis avec une pince par son milieu, la fis rétrograder vers l'orifice d'entrée cutané, pour dégager sa pointe, et la retirai facilement pointe en avant.

Ce petit procédé qui consiste à inciser, en se dirigeant perpendiculairement vers la partie moyenne de l'aiguille, nous semble bon à recommander, lorsque la structure de la région anatomique le permet.

Obs. III. — Une jeune bonne nous fut envoyée le 30 juillet 1900, prétendant s'être enfoncé une aiguille dans la main. La radiographie nous permit de constater la présence du corps étranger, au niveau de la base du premier métacarpien (fig. 219). Comme on nous demandait simplement un diagnostic d'existence, nous ne prîmes qu'une seule radiographie et ne fîmes aucune tentative d'extraction.

Obs. IV. — L..., soldat à la 22e section d'administration, avait eu le 5 septembre 1900, une plaie du dos de la main gauche, par éclat de verre. En janvier 1901, continuant à souffrir au niveau de la cicatrice qui n'était pas restée fistuleuse, il fut radiographié. Nous constatâmes la présence d'un petit morceau de verre logé entre les troisième et quatrième métacarpiens, et en même temps un léger épaississement périostique du côté correspondant de la base de la diaphyse du troisième métacarpien (fig. 220). M. le Professeur Mignon pratiqua une incision dorsale au point indiqué; il rencontra, sous la peau, un granulome du volume d'une noisette, adhérant à la profondeur, et au centre de ce tissu embryonnaire d'enkystement se trouvait logé le corps étranger qui fut extrait.

Obs. V. — C..., ancien militaire, présentait, au niveau de la partie moyenne et antéro-externe de l'éminence thénar, une tumeur de surface irrégulière et de consistance cartilagineuse. La peau n'était pas adhérente ; la pression déterminait une légère douleur. Il racontait, qu'en 1870, il avait relevé, d'un coup de main, un pistolet à deux coups, à cheminée, tenu par un canonnier tirant sur un lieutenant. Un des canons de l'arme avait éclaté et un fragment métallique



Fig. 220.

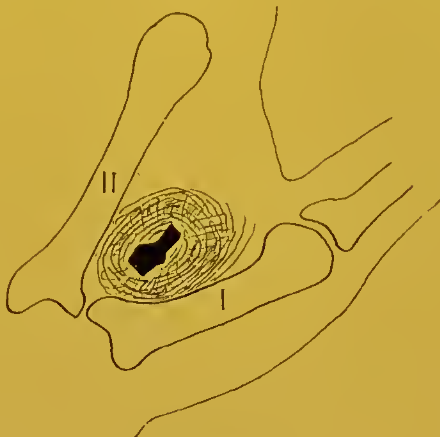


Fig. 221.

avait dû pénétrer dans sa main. La plaie avait suppuré pendant un mois ; elle avait été sondée sans succès, à plusieurs reprises et aucun corps étranger n'était sorti. Nous l'avons radiographié, le 5 août 1901, et avons constaté la présence d'une cheminée de pistolet, au milieu de la tumeur constituée elle-même par des tissus d'enkystement de consistance variable, qui se traduisaient sur la plaque sensible par des zones d'ombre concentriques, d'intensités différentes (fig. 221). Le sujet refusa toute intervention opératoire.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques des métacarpiens

Nous avons traité et radiographié la main d'un lieutenant d'infanterie atteint de tuberculose de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius. Il existait au niveau de l'interligne un abcès dorsal, dans la cavité duquel nous fîmes, à plusieurs reprises, des injections d'eau oxygénée, ou d'huile créosotée iodoformée. La radiographie (fig. 222) fut prise au début du traitement. Elle montre des foyers circonscrits d'ostéite, disséminés dans la tête du troisième métacarpien et la base de la phalange correspondante. Quatre ans auparavant, cet officier avait eu une lésion identique, à l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index de la même main. Après emploi des injections de sulfate de zinc, une fistule s'établit ; les parties malades s'éliminèrent et la tête du métacarpien disparut. Actuellement la lésion est guérie par ankylose osseuse ; l'index est rentré.

Deux malades atteints de tuberculose de la partie distale de la diaphyse des métacarpiens nous ont été envoyés à la radiographie ; chez l'un la tuméfaction de l'os semblait due uniquement à des lésions périostiques ; chez l'autre, le troisième métacarpien présentant l'aspect clinique du spina

ventosa montrait à son centre une cavité de raréfaction nettement visible sur la radiographie (fig. 223). Un curetage fut pratiqué, dans les limites indiquées par les rayons de Roentgen, et la guérison s'ensuivit.

Un sous-officier souffrait, depuis trois mois d'une syphilis grave, d'origine coloniale. Depuis quelques jours il présentait de la douleur et de la tuméfaction au niveau du col du troisième métacarpien. La radiographie



Fig. 222.



Fig. 223.



Fig. 224.

nous montra à ce niveau l'existence d'un manchon fusiforme de périostite (fig. 224) qui disparut rapidement et complètement, sous l'influence du traitement spécifique.

Trois malades ont été radiographiés pour des lésions tuberculeuses de la base des métacarpiens, ou de la rangée correspondante des os du carpe.

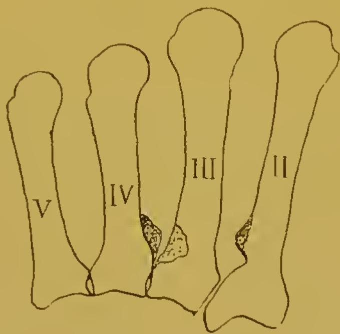


Fig. 225.



Fig. 226.

Le premier présentait un abcès froid, du volume d'un œuf de pigeon, sur la face dorsale des quatrième et cinquième métacarpiens. Cet abcès avait pour point de départ une lésion des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens (fig. 225). Sur le côté externe de la base du quatrième existait une saillie osseuse, d'origine périostique, correspondant à une cavité érosive creusée sur le flanc interne de la base du troisième. Sur la face interne de la base du deuxième se voyait une petite cavité érosive, surmontée d'une

saillie osseuse périostique. L'opération pratiquée par M. le Professeur Mignon, montra l'exactitude des données radiographiques.

Le second, à la suite d'une chute sur le pouce gauche, le 27 décembre 1900, avait été atteint d'arthrite trapézo-métacarpienne. L'articulation fut ouverte et grattée, le 7 février 1901. Dans la suite, le premier métacarpien se luxa en dehors sur le trapèze et l'envahissement tuberculeux des parties molles de la main continua ; il existait un noyau d'ossification vis-à-vis le trapèze, à la place du premier métacarpien luxé en dehors (fig. 226). M. le Professeur Mignon pratiqua l'amputation de l'avant-bras.

Le troisième malade avait vu se développer, en juin 1899, à la suite d'un traumatisme, une tuberculose des métacarpiens internes de la main gauche. En octobre de la même année, le cinquième métacarpien avait été réséqué totalement, et la base du quatrième curetée.

La plaie opératoire resta fistuleuse, et la radiographie, prise le 26 mars 1900, permit de faire les constatations suivantes : le petit doigt est rentré, et la base de sa première phalange répond au milieu de la longueur du quatrième métacarpien : ce dernier présente une perte de substance au côté interne de sa base et un petit noyau d'ossification sur le flanc cubital.

Le grand os et l'os crochu sont particulièrement raréfiés et l'ombre qu'ils donnent sur la plaque sensible présente la teinte grise fournie par les parties molles (fig. 227).

Dans ces trois observations de tuberculose carpo-métacarpienne, nous avons été frappé par la raréfaction considérable de tous les os de la main, du poignet, et de l'extrémité inférieure de l'avant-bras ; les rayons traversaient facilement ces os à trabécules amincies et l'ombre portée présentait une teinte grisâtre. Autre fait sur lequel nous avons déjà insisté : les cartilages d'encroûtement se détachaient nettement, sous forme d'un trait blanc, tranchant sur la teinte grise des os.

Ces lésions d'ostéoporose si caractéristiques que nous venons de signaler, ne sont toutefois pas spéciales à la tuberculose ; elles se retrouvent également dans les troubles névritiques.

Un employé du service géographique de l'armée, âgé de 62 ans, présentait des troubles névritiques de la main droite, depuis décembre 1899. Le 23 juillet 1900, nous avons pris une radiographie comparée des deux mains, et avons constaté, du côté malade, une raréfaction très prononcée du squelette de la main, du poignet et de l'extrémité inférieure de l'avant-bras.

Mentionnons pour terminer un cas très curieux de lésion inflammatoire chronique des deux mains, dont il nous a été impossible de déterminer la nature étiologique.

Obs. I. — D..., détenu militaire, âgé de 22 ans, est traité au Val-de-Grâce, dans le service de notre collègue et ami le médecin major Simonin. Il présente une déformation du squelette des deux mains, dont il fait remonter le début à un an environ. Quelque temps plus tard, la main droite a été prise dans un engrenage, fait qui expliquerait, au dire du malade, le degré plus avancé des lésions de ce côté.

On constate sur la peau de la face palmaire des deux mains, particulièrement sur la droite, de petites tumeurs sous-cutanées, du volume d'un grain de mil à celui d'une noisette ; les unes sont kystiques, les autres fibreuses, fibro-lipomateuses ou angio-fibromateuses, ainsi que l'a montré l'étude microscopique, faite par Simonin, d'un certain nombre d'entre elles que nous avions excisées. Les tumeurs se rencontrent également sur la peau des avant-bras et des bras, mais dans ces régions elles sont plus discrètes qu'aux mains. Quelques-unes d'entre elles contiennent des grains calcaires qui donnent à la radiographie des ombres pointillées se projetant sur les parties molles ou sur les os.

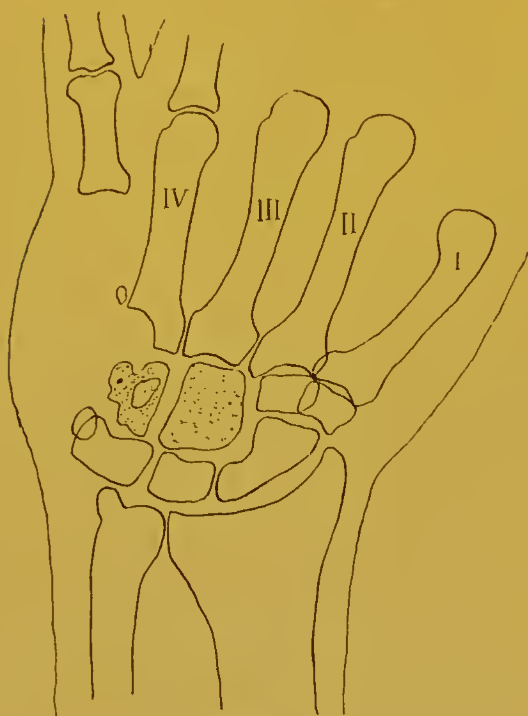


Fig. 227.


Fig. 228.

Nous nous bornerons à reproduire les lésions constatées sur le squelette de la main droite (fig. 228). On les retrouve du reste identiques à la main gauche, mais à un état moins avancé.

En outre de ces lésions raréfiantes et destructives, le malade offre un trouble d'évolution général de son système osseux : la plupart des cartilages de conjugaison de son squelette restent visibles sur les radiographies et ne sont pas ossifiés ; plusieurs épiphyses sont atrophiées et déformées. On voit, par exemple, l'épiphyse inférieure du cubitus droit, irrégulière, grêle et déjetée en dehors, mais par contre surmontée d'une apophyse styloïde volumineuse, due à l'exagération de développement du noyau osseux constituant normalement cette petite éminence.

Certaines diaphyses étudiées cliniquement et examinées aux rayons de Roentgen, offrent aussi des irrégularités de structure ; elles se sont incurvées et montrent un canal médullaire déformé ; telles les diaphyses du radius et

du cubitus droits qui présentaient une incurvation en arrière, à grande courbure, au niveau de leur partie moyenne. Sur le cubitus existaient en plus, vers le milieu de sa hauteur, trois grandes lacunes aréolaires, de 2 à 4 centimètres de longueur, sur 5 à 6 millimètres de diamètre, à direction parallèle à l'axe longitudinal de l'os et produisant, par le soulèvement de leur paroi externe, des boursouflements irréguliers à la surface de la lame compacte dans laquelle elles se trouvaient incluses.

Quelques articulations ont également subi l'influence du processus morbide en jeu ; c'est ainsi qu'on trouve à la main droite une synostose des articulations phalangiennes de l'annulaire, des articulations carpo-métacarpiennes des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens, de celle du trapézoïde avec le grand os, et de ce dernier avec l'os crochu.

CHAPITRE III

AFFECTIONS DU POIGNET

§ 1. — Lésions traumatiques

Nous avons à étudier les résultats des traumatismes qui ont intéressé isolément le carpe, l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras, ou les deux parties simultanément.

1° Fractures des os du poignet, par causes communes. — Les fractures des os entrant dans la constitution de l'articulation du poignet sont généralement produites par des causes indirectes, et résultent d'une chute sur la paume ou sur le dos de la main, en extension ou en flexion combinées ou non à un certain degré d'abduction ou d'adduction. Parfois la pression d'un corps lourd sur la face dorsale du poignet vient ajouter son action à celle de la force impulsive résultant de la chute ; dans d'autres cas une traction violente pratiquée sur la main est seule invoquée comme ayant produit l'hyperextension. En étudiant la pathogénie de ces traumatismes, nous reviendrons sur ces différents points.

a) Fractures isolées des os du carpe. — Nous avons constaté trois fois des fractures isolées des os du carpe produites par des causes indirectes.

Obs. I. — B..., cavalier de remonte, fait, le 25 mars 1900, une chute dans l'escalier, sur le poignet gauche. La radiographie prise le lendemain nous montre l'existence nette d'une fracture transversale de la partie moyenne du scaphoïde (fig. 229) résultant d'une chute sur la main et produite vraisemblablement le poignet se trouvant en abduction et extension.

Dans cette situation, le scaphoïde en position verticale fut comprimé entre le sol et la surface articulaire du radius. Fixé à sa partie inférieure dans une sorte d'étau constitué par le trapèze et le trapézoïde en bas et en arrière, la base du grand os en dedans, et la styloïde radiale en dehors, il ne pouvait se déplacer et se fracturait au niveau de la courbure de sa partie moyenne.

Obs. II. — T..., 9e hussards, a eu le 14 octobre 1903, le poignet gauche violemment placé en hyperextension, tenant à la main la boucle de la bride d'un cheval qui tira au renard.

Les mouvements du poignet étaient douloureux. Il existait un léger gonflement au niveau de la région dorsale du carpe et le maximum de la douleur à la pression siégeait au niveau du scaphoïde. Nous diagnostiquons une fracture

transversale de cet os, que la radiographie nous montre le lendemain (fig. 230) ; sous l'influence du massage et de la mobilisation, les mouvements du poignet se rétablissent progressivement.

Le mécanisme de la fracture était sensiblement le même que dans le cas



Fig. 229.

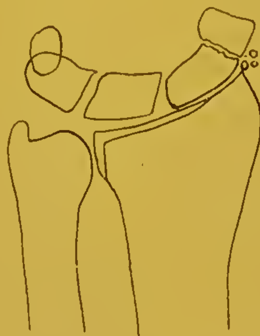


Fig. 230.

précédent, avec la différence que cette fois la puissance avait agi sur la partie inférieure de l'os et la résistance était constituée par la styloïde radiale.

Obs. III. — G..., soldat au 24e de ligne, s'est fait il y a deux ans, en fauchant, une entorse du poignet droit. Depuis cette époque, il souffre et éprouve de la gêne dans les mouvements de l'articulation. On constate de la tuméfaction sur la face dorsale du semi-lunaire, et en ce point la pression est légèrement douloureuse. Sur la radiographie faite le 11 juin 1901, on reconnaît des traces d'une fracture ancienne par arrachement du semi-lunaire et l'on voit encore à son côté supéro-interne, un fragment osseux libre (fig. 231).

b) Fractures isolées de l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras. — Les fractures de l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras sont beau-



Fig. 231.



Fig. 232.

coup plus fréquentes que les précédentes. La solution de continuité peut porter isolément sur le radius ou sur le cubitus, ou intéresser simultanément les deux os.

α. *Fractures isolées du cubitus.* — Nous avons observé quatre cas de fracture isolée et complète de l'apophyse styloïde et un cas de fracture métaphyso-diaphysaire de l'extrémité inférieure du cubitus.

Dans les premiers cas, le trait, à direction transversale ou oblique, siégeait à la partie moyenne du processus ou à sa base (fig. 232 et 233), et la fracture était de cause indirecte.

Les blessés accusaient une chute sur la main, sans pouvoir préciser la position qu'elle occupait, à la rencontre du sol.

Un de nos cas présente un intérêt particulier.

Obs. I. — H..., marin, âgé de vingt ans, s'est fracturé l'apophyse styloïde du cubitus gauche, dans une chute sur la main, il y a trois ans. Il présente, pendant les mouvements d'extension du poignet, l'avant-bras étant en pronation, une saillie anormale de la tête du cubitus en avant, qui semble dépendre d'un défaut d'action du ligament triangulaire pour maintenir la tête en place. La



Fig. 233.

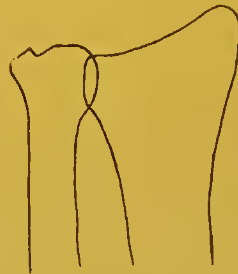


Fig. 234.

radiographie confirme cette prévision, en nous montrant (fig. 234) une fracture de la styloïde cubitale à sa base, et une disparition complète de cette apophyse, dont le fragment détaché a été résorbé consécutivement. Le ligament triangulaire n'étant plus fixé au cubitus, par son sommet, ne remplissait plus son rôle physiologique.

Le mécanisme qui intervient pour produire cette solution de continuité isolée ou associée à une fracture du radius nous semble toujours identique, que la fracture siège sur la partie moyenne, la pointe, ou la base de l'apophyse ; il s'agit d'un arrachement par le ligament latéral interne du poignet, la main étant placée en hyperextension et inclinaison radiale. Nous avons pu expérimentalement, en nous plaçant dans les conditions sus-indiquées, réaliser cette fracture, sans produire de lésion concomitante sur le radius, ou sur les os du massif carpien.

La fracture métaphyso-diaphysaire constatée est de cause directe.

Obs. II. — L..., garde républicain, a reçu un coup de pied de cheval, à la face interne du poignet gauche, le 16 octobre 1901. Il n'y a pas de plaie des téguments. La radiographie pratiquée le lendemain montre la fracture à l'endroit présumé ; le fragment inférieur est déplacé en dedans et en arrière, et surmonté de deux petites esquilles libres (fig. 235 et 236). Un appareil plâtré est placé, après des tentatives de réduction, mais une nouvelle radiographie prise onze jours plus tard, à travers le plâtre, montre que le déplacement reste le même que primitivement.

La fracture, à direction transversale, siégeait à 3 centimètres environ au-dessus de la surface articulaire du cubitus. Dans ce cas, il aurait fallu, pour obtenir une coaptation parfaite des fragments, pratiquer une suture osseuse.

β. *Fractures isolées du radius.* — Le chiffre des blessés atteints de fracture isolée de l'extrémité inférieure du radius que nous avons radiographiés, est de quinze, et dans ce total nous trouvons un seul cas de fracture par cause directe.

Au point de vue anatomo-pathologique, nos observations peuvent se ranger en deux groupes, suivant que le trait de fracture siège dans la région métaphyso-épiphysaire ou dans la région diaphyso-métaphysaire.



Fig. 335.

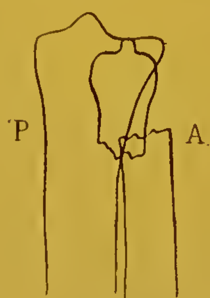


Fig. 236.

Les fractures isolées de l'extrémité inférieure du radius, par cause indirecte, sont complètes ou incomplètes.

Parmi nos cinq cas de FRACTURES INCOMPLÈTES, il en est quatre à direction transversale ou légèrement oblique, et une verticale.

Le trait partant d'une petite encoche située sur la face externe du radius,



Fig. 237.



Fig. 238.



Fig. 239.

traverse le tiers ou la moitié externe de l'os, en suivant dans deux cas, une direction sensiblement horizontale (fig. 237 et 238); une autre fois il est descendant (fig. 239) ; et dans le dernier cas ascendant (fig. 240). Le niveau des apophyses styloïdes est resté approximativement normal.

Dans un cas (fig. 237), où la fissure présente une certaine béance, il semble s'agir d'une forme incomplète de la fracture oblique de la malléole radiale, produite par adduction.

Chez les trois autres blessés au contraire, il existe un léger degré de pénétration qui permet de considérer ces lésions comme représentant une ébauche des fractures par pénétration et éclatement que nous envisagerons ultérieurement.

Ces cas se comportèrent cliniquement comme de simples entorses ; il n'y avait pas de déplacement nécessitant des manœuvres de réduction ; le traitement par le massage et la mobilisation fut seul de mise.

La fracture verticale incomplète (fig. 241), se montrait sous la forme d'une fissure un peu béante, partant du milieu de la surface articulaire du radius, et fendant verticalement l'épiphyse, sur une hauteur de deux centimètres environ.

Son mécanisme de production nous semble avoir été le suivant : la main rencontrant le sol, en position d'inclinaison radiale, avec légère extension, le scaphoïde est venu percuter la portion articulaire externe du radius, sur laquelle il se trouve normalement appliqué, et a tenté de la séparer du segment interne de l'os qui supporte la facette articulaire destinée au semi-lunaire.



Fig. 240.



Fig. 241.



Fig. 242.

Le traitement a été le même que dans les cas précédents.

Notre groupe des FRACTURES COMPLÈTES et isolées de l'extrémité inférieure du radius, comprend : deux fractures malléolaires, six fractures transversales métaphyso-épiphysaires et deux fractures diaphyso-métaphysaires. L'une de ces dernières était de cause directe ; toutes les autres au contraire relevaient d'un mécanisme indirect.

Dans les deux cas de *fracture malléolaire*, le trait oblique commence un peu en dehors du milieu de la surface articulaire du radius, se dirige en haut et en dehors, et aboutit, sur la face externe de l'os, à un centimètre environ au-dessus de la pointe styloïdienne (fig. 242).

S'agit-il ici d'une fracture par arrachement produite par le ligament latéral externe, la chute s'étant faite sur la main placée en extension et inclinaison cubitale ? Bien que les blessés n'aient pu nous fournir aucun renseignement bien précis à ce sujet, nous estimons cette interprétation plausible, sans exclure absolument celle qui consisterait à en faire une fracture due à la transmission du choc par le scaphoïde, la main se trouvant en légère extension et inclinaison radiale, pendant la chute.

Dans les deux cas, les apophyses styloïdes radiale et cubitale avaient conservé leur niveau réciproque, et il n'existait pas d'épaississement de l'épiphyse radiale. Le traitement par le massage donna un excellent résultat.

Nos *fractures transversales métaphyso-épiphysaires* se caractérisèrent toutes, par un degré de pénétration variable, mais l'une était sans éclatement, tandis que cinq s'accompagnaient d'éclatement du fragment inférieur.

PATHOGÉNIE ET DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE DES FRACTURES TRANSVERSALES MÉTAPHYSO-ÉPIPHYSAIRES

Après une étude attentive des images radiographiques de ces lésions, nous croyons pouvoir admettre que le mécanisme qui a présidé à leur production, est celui du tassement et non de l'arrachement.

La colonne diaphyso-métaphysaire du radius, sous l'influence d'une surcharge brusque, s'enfonce dans le socle épiphysaire dont le coefficient

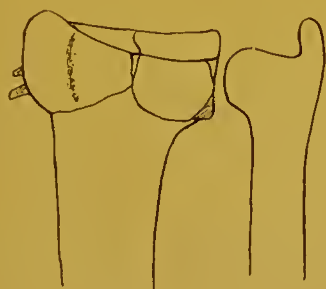


Fig. 243.



Fig. 244.

de résistance à la pression est moindre. La poussée est-elle verticale, la pénétration est directe, comme dans un de nos cas dont nous reproduisons l'image radiographique postéro-antérieure (fig. 243) et interne-externe

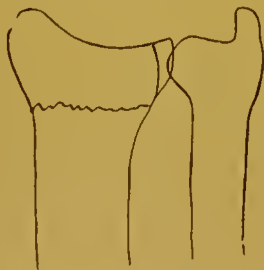


Fig. 245.



Fig. 246.

(fig. 244); il y avait dans cette observation éclatement du fragment inférieur.

La poussée est-elle un peu oblique, le côté surchargé peut seul s'enfoncer, comme nous l'avons observé une fois (fig. 245 et 246). Si l'effort est plus violent, l'autre côté s'enfonce à son tour et pénètre la partie correspondante du socle, faisant en avant d'elle une saillie plus ou moins prononcée (fig. 247 et 248 ; 249 et 250).

Si la pénétration, soit directe, soit oblique, est considérable, le socle éclate, en s'élargissant à peu près régulièrement dans le premier cas, et cliniquement il en résulte une simple inclinaison radiale de la main, avec épaississement de l'épiphyse du radius, mais sans déplacement antéro-postérieur. Au contraire, dans les pénétrations obliques prononcées, l'éclatement comprend surtout un fragment principal, généralement postérieur, qui glisse en arrière et en haut, et entraîne avec lui le carpe et la main, d'où le déplace-

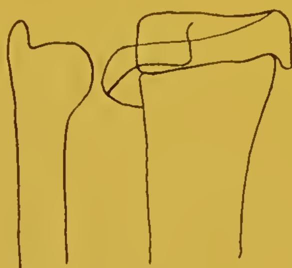


Fig. 247.



Fig. 248.

ment caractéristique en dos de fourchette accentué, s'accompagnant des autres symptômes cliniques spéciaux. Cette dernière déformation était très marquée chez un de nos malades (fig. 250).

L'étude des images radiographiques prises dans le sens postéro-antérieur, permet de comparer la position des apophyses styloïdes, et d'apprécier le



Fig. 249.



Fig. 250.



Fig. 251.

degré de pénétration et d'éclatement de l'épiphyse ; mais pour bien se rendre compte de l'obliquité de la pénétration et du degré du dos de fourchette, il faut prendre une radiographie transversale interne-externe, comme nous l'avons fait dans les observations précitées, pour lesquelles nous figurons les deux vues juxtaposées.

Cependant il est possible, en examinant la radiographie postéro-antérieure seule, de se rendre assez exactement compte du degré de renversement du fragment épiphysaire produisant le dos de fourchette. L'on sait en effet que, sur un radius sain, le bord antérieur de l'extrémité articulaire infé-

rieur, descend un peu moins bas que le postérieur, ce qui se traduit sur l'image radiographique prise avec une incidence des rayons normale à l'interligne, par deux traits, peu distants l'un de l'autre, et convergents vers la styloïde radiale. Or, dans les cas de dos de fourchette, le bord postérieur de la surface articulaire remonte plus ou moins, et l'antérieur descend proportionnellement, ce qui fait que, sur la radiographie, l'angle limité par les deux traits précités devient d'autant plus ouvert que la pénétration est plus oblique, et la déformation en dos de fourchette plus considérable. En outre, on voit dans ce cas le trait correspondant au rebord antérieur de la surface articulaire projeter son ombre à une hauteur variable sur les os de la première rangée du carpe (fig. 251).

TRAITEMENT DES FRACTURES TRANSVERSALES MÉTAPHYSO-ÉPIPHYSAIRES

Dans ces cas de pénétration, avec ou sans éclatement, le traitement doit tout d'abord avoir pour but de rétablir la forme du socle épiphysaire, et de replacer la colonne métaphyso-diaphysaire en position verticale sur lui. Les manœuvres nécessaires pour arriver à ce résultat sont classiques ; il faut tirer directement sur la main portée en inclinaison cubitale, si la pénétration est directe ; ou tirer sur la main, en inclinaison cubitale et flexion, lorsque la pénétration est oblique et qu'il existe un dos de fourchette. Pendant ces manœuvres de désenclavement, le chirurgien exerce lui-même, ou fait exercer par un aide, des pressions directes sur la face dorsale et la face palmaire de l'épiphyse radiale, saisissant cette dernière entre le pouce et l'index, pour obtenir la coaptation des fragments disjoints. La réduction obtenue, il faut fixer le poignet, pendant quelques jours, dans la gouttière plâtrée spéciale de Hennequin, pour maintenir le résultat acquis. Ultérieurement des séances de massage et de mobilisation compléteront le traitement, et rendront la fonction au membre qui a repris sa forme.

Dans certains cas de fracture avec pénétration et éclatement, où la main se trouve déplacée en arrière, entraînée par un fragment principal postérieur (fig. 250), sans présenter de dos de fourchette, à proprement parler, mais plutôt un degré atténué de la déformation en marche d'escalier dont nous parlerons plus tard, il y a lieu de prendre des dispositions spéciales pour maintenir la coaptation des fragments.

La réduction s'obtient par la manœuvre classique qui sert à combattre le dos de fourchette et la déviation latérale en Z, mais dès que l'on cesse la traction, la déformation se reproduit. Dans ces cas il faut appliquer immédiatement l'appareil plâtré de Hennequin, et par-dessus lui, refaire les manœuvres classiques de traction et de pression antérieure et postérieure sur les fragments, jusqu'à ce que le plâtre soit sec. C'est le seul moyen d'assurer la coaptation définitive.

Y a-t-il inconvénient à ne pas pratiquer la réduction de la déformation ainsi que le préconisent certains chirurgiens, et à se contenter d'assouplir l'articulation et de stimuler les muscles par le massage ? C'est là, à notre

avis, une conduite défectueuse ; non pas que nous ayons le moins du monde l'intention de contester les bons résultats que peut donner cette manière de faire, en ce qui concerne les fonctions ultérieures du membre. Nous avons eu l'occasion d'examiner et de radiographier des hommes ainsi traités, qui exerçaient, sans la moindre gène, le dur métier de terrassier. Mais il faut bien dire qu'il s'agissait de sujets blessés en dehors de toute circonstance de service, qui avaient besoin de gagner leur vie, et ne pouvaient songer à exploiter leur infirmité. Prenons au contraire un ouvrier victime d'un accident du travail, ou un soldat blessé avant son incorporation, ou pendant sa présence sous les drapeaux ; ils seront tentés l'un et l'autre de tirer profit de la déformation de leur poignet, pour obtenir une allocation pécuniaire, ou se faire exempter du service militaire. Nous nous sommes trouvé à plusieurs


Fig. 252.


Fig. 253.

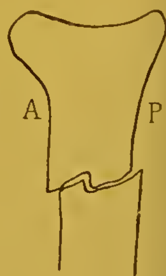


Fig. 254.

reprises en présence de cas de ce genre ; des militaires présentaient une déformation nette du poignet consécutive à une fracture non réduite ; les mouvements passifs de l'articulation étaient libres, et les muscles du membre non atrophiés et réagissant bien à l'électricité ; il semblait seulement à première vue que la flexion de la main sur l'avant-bras fut réduite, et l'extension par contre augmentée, comparativement au côté sain. Nous nous efforçions de démontrer au malade et à son entourage extra-médical que ce trouble de fonctionnement articulaire n'était qu'apparent, que l'angle d'excursion de la main avait conservé son amplitude normale. mais que le champ de parcours se trouvait tout simplement déplacé vers le côté dorsal de l'avant-bras, par suite de la position oblique prise par le plateau articulaire du radius. Nos raisonnements restaient généralement impuissants pour convaincre les juges qui, frappés par les doléances du blessé d'une part, et d'autre part par le fait brutal de la déformation, prononçaient la réforme. avec ou sans gratification pécuniaire suivant les circonstances, ou tout au moins proposaient l'affectation de l'intéressé à un service non armé.

Tout le monde entend d'autre part les récriminations que proféreront contre leur médecin certaines femmes du monde guéries avec un poignet déformé, lorsqu'elles apprendront, qu'au prix d'un court moment de souffrance, il eut été possible de restaurer la forme du membre.

Nous devons donc conclure que, sauf dans des cas particuliers et excep-

tionnels, il faut toujours tenter la réduction, lorsque la déformation est prononcée.

La *fracture diaphyso-métaphysaire*, de cause directe, que nous avons observée, avait été produite par le passage d'une roue de voiture chargée sur la face dorsale de l'extrémité inférieure de l'avant-bras. Il n'y eut pas de plaie des téguments, pas de déplacement ayant nécessité une réduction. Le blessé entré à l'hôpital, six mois après l'accident, se plaignait de faiblesse du membre, et ne présentait aucune lésion cliniquement appréciable. La radiographie faite à ce moment, nous montra un trait de fracture en escalier, siégeant à 5 ou 6 centimètres au-dessus de la pointe de l'apophyse styloïde radiale ; le cal insuffisamment compact restait perméable aux rayons de Roentgen (fig. 252).

La radiographie a eu surtout, dans cette dernière circonstance, un rôle médico-légal, en démontrant la réalité de l'accident invoqué par le sujet. L'aspect de la lésion osseuse cadrait d'autre part complètement avec la nature du traumatisme incriminé. Le poids de la roue passant sur la voûte constituée par le radius reposant sur le sol, par le bord antérieur saillant de son épiphyse inférieure, et appuyant par son autre extrémité sur le cubitus, l'avait affaissée, puis rompue au point de pression.

L'autre cas de fracture diaphyso-métaphysaire était de cause indirecte et avait eu lieu dans les circonstances suivantes : un cavalier, étant à cheval, tenait les rênes de la main droite, lorsqu'il tomba avec sa monture. L'avant-bras droit fléchi fut pris entre la poitrine et le sol ; le coude se luxa et simultanément l'extrémité inférieure du radius se fractura. Radiographié cinq jours après l'accident, nous constatons l'existence d'une fracture analogue à la fracture en V décrite par Gosselin, à l'extrémité inférieure du tibia. Sur l'épreuve postéro-antérieure (fig. 253), on voit nettement la fissure verticale partant de la pointe du V, et pénétrant dans l'articulation. Au contraire, sur la radiographie interne-externe (fig. 254), cette fissure n'est pas visible, masquée qu'elle est par la paroi compacte métaphysaire externe qui se trouve au contact de la plaque. L'on sait en effet que, lorsqu'on veut obtenir en radiographie l'image nette du trait d'une fracture incomplète, ou d'une fissure osseuse, il faut mettre au contact direct de la plaque sensible la paroi du cylindre osseux sur laquelle se trouve la solution de continuité.

Cette fracture a sans doute été la résultante d'un mouvement de torsion violent du radius ; elle reconnaît le même mécanisme que les fractures similaires de la partie inférieure du tibia.

c) Fractures simultanées de l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras. — Trente-huit de nos observations, c'est-à-dire le plus grand nombre, rentrent dans ce groupe. Sauf dans un cas sur lequel nous appellerons plus particulièrement l'attention, la fracture du cubitus consistait uniquement dans le détachement d'un fragment plus ou moins gros de l'apophyse styloïde, et parfois même il n'y avait d'arrachée qu'une faible parcelle osseuse, du volume d'une forte tête d'épingle, provenant sans doute de l'un des côtés

de l'apophyse, la pointe elle-même semblant intacte. Nous ne reviendrons pas sur le mécanisme de cet arrachement ; il est toujours le même qu'il soit primitif et isolé, ou secondaire et associé à la fracture du radius.

Nous grouperons nos cas, au point de vue anatomo-pathologique, suivant que la fracture du radius était incomplète ou complète ; cette dernière étant sans pénétration et présentant ou non un déplacement latéral ; ou bien s'accompagnant de pénétration, avec ou sans complication d'éclatement de l'épiphyse.



Fig. 255.

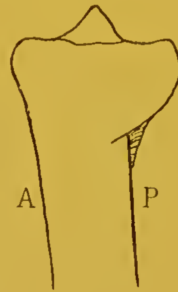


Fig. 256.

Deux cas de FRACTURES INCOMPLÈTES DU RADIUS se sont présentés à notre observation ; ils diffèrent par quelques particularités sur lesquelles nous allons insister brièvement.

Dans l'un, la radiographie prise d'arrière en avant, montre au côté externe de la base de la styloïde radiale, une encoche résultant de l'imbrication de la lame compacte corticale de la métaphyse sur celle de l'épiphyse (fig. 255), et la même lésion se voit, à la face dorsale de l'os, sur la radiographie interne-externe (fig. 256).

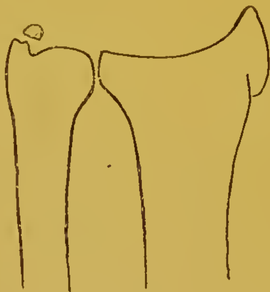


Fig. 257.



Fig. 258.

Dans l'autre, les dégâts ne sont pas plus accentués, mais disposés en sens inverse (fig. 257 et 258) ; cette fois c'est la lame compacte épiphysaire, qui recouvre le fragment métaphysaire, et l'imbrication a lieu de bas en haut, au lieu d'être de haut en bas, comme dans l'observation précédente.

Dans les deux cas, il y avait une légère inclinaison radiale de la main et un dos de fourchette insignifiant, rendant toute réduction inutile.

Il s'agissait là sans contredit de fractures par tassement oblique, dans

lesquelles la lame compacte métaphyso-épiphysaire antérieure avait résisté, grâce à son élasticité.

Nous avons recueilli deux cas de FRACTURES COMPLÈTES, transversales, sans pénétration, avec déplacement du fragment inférieur.

Dans l'un d'eux, le trait de fracture siégeait sur le radius, au niveau de la région métaphyso-diaphysaire, à six centimètres au-dessus de l'articulation radio-carpienne, et s'accompagnait d'une fracture de la styloïde cubitale à sa base. Le fragment inférieur du radius était déplacé en dehors et en avant, et les surfaces osseuses ne se correspondaient plus que par les deux tiers



Fig. 259.

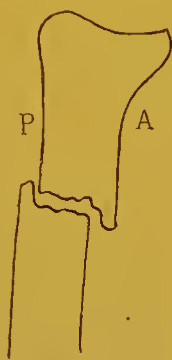


Fig. 260.



Fig. 261.

environ de leur épaisseur (fig. 259 et 260). L'accident était arrivé à un lieutenant de cavalerie, dans une chute de cheval ; il pensait que l'animal avait mis le pied sur la face postérieure de son avant-bras, au moment où il heurtait le sol de la paume de la main. Le tassement longitudinal oblique, et la flexion semblent par conséquent s'être associés, pour produire cette variété de fracture indirecte du radius.

Le second cas est plus intéressant et mérite d'être rapporté un peu plus longuement.

OBS. I. — P..., soldat au 2e cuirassiers, tomba avec son cheval, le 26 janvier 1899. Il se fit une fracture de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras droit, avec plaie profonde et hémorragie veineuse abondante. La radiographie nous montra que la fracture était sensiblement transversale sur les deux os (fig. 261). Le cubitus était brisé à 6 centimètres, au-dessus de l'articulation du poignet, et le radius à 3 centimètres au-dessus de la pointe de son apophyse styloïde. Le fragment inférieur du radius déplacé en dehors et en arrière, chevauchait complètement le fragment supérieur, de telle sorte que l'extrémité de ce dernier se trouvait au niveau de l'interligne articulaire.

La partie distale du fragment inférieur du cubitus s'était inclinée en dehors, en passant en arrière de l'extrémité du fragment radial supérieur, suivant ainsi dans son déplacement le fragment épiphysaire radial. La main avait subi le même mouvement de translation que l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras et se trouvait reportée en dehors et en arrière également.

Nous avons pratiqué, après débridement des parties molles, la réduction de la fracture le jour même de l'accident; elle ne fut possible qu'après l'abrasion de l'extrémité du fragment supérieur du radius. Malgré la détersion antiseptique du foyer traumatique, le drainage et l'immobilisation au moyen d'un appareil

plâtré placé par-dessus le pansement, la plaie suppura et le tétanos survint. M. le Professeur Nimier procéda à l'amputation du bras et fit des injections intra-cérébrales de sérum antitétanique, mais malgré tout, la mort eut lieu quelques jours plus tard.

Dans ce cas il eût été impossible, sans l'aide de la radiographie, de se rendre un compte exact de l'état du foyer de fracture.

Le blessé projeté de son cheval marchant à une vive allure était tombé sur la main probablement en extension et surtout en abduction prononcée. L'impulsion transmise étant considérable, les fragments inférieurs du radius et du cubitus s'étaient transportés fortement en dehors et en arrière, et les téguments avaient été déchirés.

Trois observations de fractures transversales et complètes, avec faible



Fig. 262.



Fig. 263.



Fig. 264.



Fig. 265.

pénétration et sans éclatement, ne présentent rien de bien spécial. La solution de continuité siégeait dans la région métaphyso-épiphysaire ; la pénétration était directe ; les apophyses styloïdes avaient conservé sensiblement leurs rapports normaux ; la main n'était déviée dans aucun sens, et cliniquement il était difficile de conclure à l'existence d'une fracture complète.

La situation était toute différente, dans quatre autres cas de fracture transversale et complète, sans éclatement du fragment épiphysaire. Trois fois la pénétration était oblique : le fragment épiphysaire s'était laissé pénétrer par le bord postérieur du fragment supérieur ; la surface articulaire du radius avait basculé en arrière, et le dos de fourchette classique existait. La réduction était indiquée et lorsqu'elle fut pratiquée convenablement, le résultat final fut excellent. Ces fractures se ressemblant toutes sensiblement, nous nous contenterons de donner les images de face et de profil de l'une d'elles (fig. 262 et 263). Le quatrième de ces cas présente un intérêt particulier, au point de vue du diagnostic et du traitement à appliquer.

Obs. II. — L..., soldat au 117e de ligne, tombe de sa hauteur, le 5 mai 1900, et se traumatise le poignet droit. Les radiographies que nous avons prises le 15 mai (fig. 264 et 265) donnent l'aspect suivant : il existe, avec un arrachement de la styloïde cubitale, une fracture métaphyso-épiphysaire transversale et complète du radius ; le fragment épiphysaire est transporté en arrière du frag-

ment supérieur, sans le chevaucher cependant, comme dans une observation précédente (fig. 261), et la surface articulaire a conservé sensiblement sa position horizontale normale.

La réduction ne fut pas obtenue, ainsi que le montrent les radiographies prises ultérieurement (fig. 266 et 267). Outre la déformation qui persistait, le fonctionnement du membre était notablement gêné, et au mois d'août, M. le Professeur Mignon tenta de rétablir la forme du poignet par l'intervention sanglante, afin de pouvoir ensuite assurer la fonction altérée. Il pratiqua une ostéotomie transversale, à travers l'épiphyse inférieure du radius, au-dessous du trait de fracture, et réséqua la plus grande partie de la tête du cubitus, en respectant l'apophyse styloïde.

Les radiographies faites le 11 septembre montrent peu de changement dans l'aspect du cal vicieux du radius (fig. 268 et 269); d'autre part on constate éga-

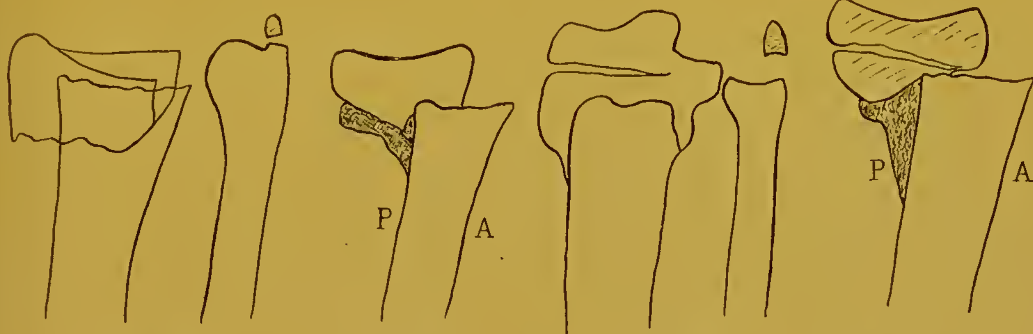


Fig. 266. Fig. 267. Fig. 268. Fig. 269.

lement par l'examen clinique que la main reste inclinée en dehors et que la translation en arrière persiste.

Dans ce cas qui reconnaît sans doute pour mécanisme un tassement très oblique de la colonne radiale diaphyso-métaphysaire, sur son socle épiphysaire, il n'y a pas à proprement parler de dos de fourchette; il s'agit plutôt d'une déformation en marche d'escalier, ou en baïonnette antéro-postérieure, analogue à celle que l'on trouve dans les luxations du carpe en arrière.

Il nous semble que, dans cette observation, la réduction par la manœuvre classique que nous avons indiquée précédemment et qui réussit toujours, quand elle est bien faite, en employant au besoin le chloroforme, lorsqu'il s'agit d'un déplacement en dos de fourchette, avec ou sans pénétration prononcée et éclatement, ne pouvait donner aucun résultat. Il eut fallu primitivement découvrir le foyer de fracture au moyen d'une incision, et introduire entre les fragments un levier ou une pince à écartement, pour les désengréner, puis les amener ensuite par glissement vis-à-vis l'un de l'autre.

C'est peut-être en présence d'un cas de ce genre que se sont trouvés nos confrères de l'armée coloniale et pour supprimer la déformation, ils ont été amenés à réséquer l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras. Voici le résumé de cette observation qui n'est pas comprise dans notre statistique parce que le diagnostic exact de la lésion primitive ne nous est pas connu.

Obs. III. — V..., 2e régiment étranger, âgé de trente-huit ans, en garnison au Tonkin, tomba du haut d'un mur, sur la main gauche étendue, le 1er janvier 1903.

Le malade nous dit que son poignet était déformé et tuméfié, et qu'il n'y avait pas de plaie cutanée. Le lendemain, on pratiqua, sous le chloroforme, la résection de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras. Il fut rapatrié le 13 avril, et entra à l'hôpital militaire de Marseille le 24 mai. Il existait une grande raideur du poignet et des doigts immobilisés en extension. Il n'y avait pas de troubles trophiques cutanés. L'avant-bras gauche présentait une atrophie circonférentielle de 35 millimètres et un raccourcissement longitudinal de 3 centimètres.

La radiographie que nous prenons le 16 juin (fig. 270) montre que l'on a réséqué l'extrémité inférieure du radius et du cubitus, sans toucher aux os du carpe sauf le semi-lunaire qui a été enlevé; les apophyses styloïdes radiale et cubitale ont été supprimées.

Dans 26 observations, la pénétration s'accompagnait d'un éclatement d'importance variable et de déformations d'aspects différents.



Fig. 270.

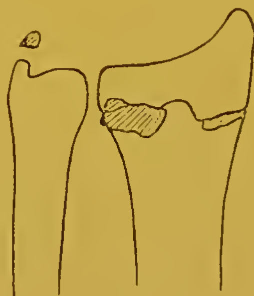


Fig. 271.

La pénétration était-elle verticale et modérée, on constatait tout simplement une ascension de la styloïde radiale et parfois la présence d'éclats de la lame compacte, diversement disposés, quelquefois placés transversalement au pourtour du foyer de fracture (fig. 271) ; ou bien l'on remarquait quelques irradiations fissuraires divisant complètement ou non le socle épiphysaire en fragments peu nombreux (fig. 272 et 273 ; 274 et 275).

Nous jugeons sans intérêt de reproduire toutes les images que nous avons obtenues, lesquelles représentent l'éclatement de l'épiphyse radiale, la dislocation et la dispersion dans différents sens des fragments ayant des formes variées. Bornons-nous à redire que l'éclatement était d'autant plus considérable que la pénétration était plus oblique et plus prononcée et que le plus souvent les fissures qui délimitaient les fragments avaient une direction parallèle à l'axe de l'épiphyse.

Accordons une mention spéciale à un cas dans lequel la fracture de la styloïde cubitale coexistait avec une solution de continuité de la région diaphyso-métaphysaire du radius.

Obs. IV. — N. ., soldat au 27e bataillon de chasseurs alpins, fut, le 16 janvier 1903, renversé par un bloc de pierre qui se détacha d'une montagne en contre-bas de laquelle il marchait. Outre des contusions multiples, il fut reconnu atteint de fracture du poignet droit, à son arrivée à l'hôpital. Après quelques jours d'immobilisation au moyen d'attelles, on procéda au massage.



Fig. 272. Fig. 273.

Le 2 février 1904 il est évacué sur l'hôpital de Marseille, pour des accidents d'hystéro-traumatisme sur lesquels nous n'avons pas à insister.

Les mouvements de flexion et d'extension du poignet, de même que ceux de pronation et de supination de l'avant-bras se font normalement.

Les radiographies obtenues le 5 février nous montrent que la styloïde cubitale arrachée forme deux fragments séparés, au-dessous de la tête de l'os; que

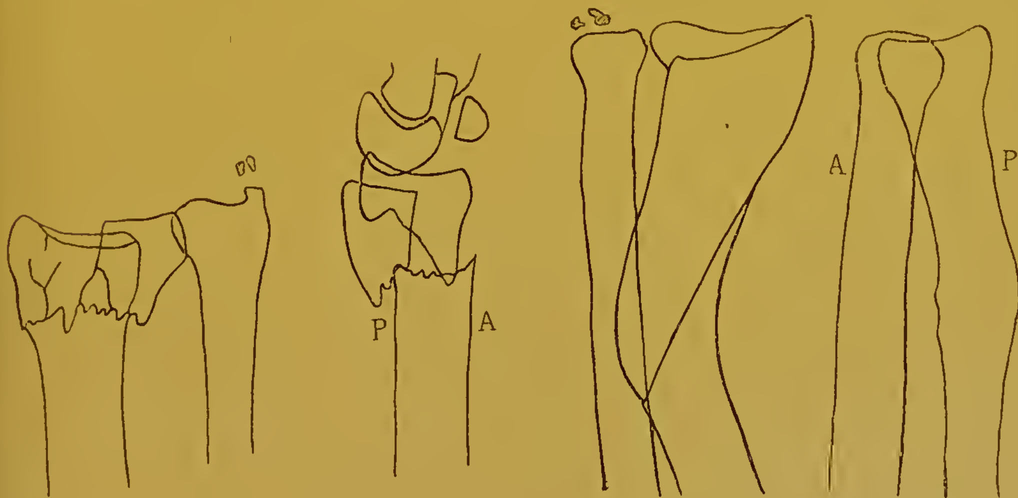


Fig. 274. Fig. 275. Fig. 276. Fig. 277.

le radius fracturé à 8 centimètres environ au-dessus de l'articulation du poignet s'est consolidé vicieusement : l'extrémité supérieure du fragment inférieur s'étant déviée en dedans et en arrière. Les deux radiographies antéro-postérieure (fig. 276) et externe-interne (fig. 277) ont été prises l'avant-bras étant en supination.

De tout l'exposé précédent concernant les fractures isolées ou associées de l'épiphyse radiale inférieure, il semble que l'on peut tirer les conclusions pratiques suivantes :

1° Lorsqu'il n'y a pas, ou très peu de déformation du poignet, le massage seul est indiqué;

2° Lorsqu'on se trouve en présence d'une déformation en dos de fourchette ou en baïonnette transversale, il faut immédiatement pratiquer la réduction par des manœuvres externes, en employant au besoin le chloroforme, et maintenir la coaptation jusqu'à ce que l'appareil plâtré soit sec, si la déformation avait une tendance à se reproduire. On laisse l'appareil en place pendant huit à dix jours, puis on le supprime et on procède au massage et à la mobilisation;

3° Dans les cas rares où l'on constate la déformation en marche d'escalier ou en baïonnette antéro-postérieure, il y a lieu, lorsque la tentative de réduction par manœuvres externes ne donne aucun succès de procéder immédiatement à une intervention sanglante, pour remettre en place les extrémités fracturées ; en cas d'insuccès on pratiquerait la résection de l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras, en laissant en place les deux apophyses styloïdes, de façon à conserver les insertions des ligaments latéraux de l'articulation.

En se conformant à ces indications, on obtiendra presque constamment des résultats ultérieurs satisfaisants. Cependant il est des cas où malgré l'emploi d'un traitement rationnel, on pourra voir persister une gêne fonctionnelle due à de la raideur articulaire ou à de l'inflammation des nombreuses gaines synoviales tendineuses de la région. Ces lésions surviendront chez des diathésiques et pourront disparaître à la longue, avec un traitement général et spécial approprié.

Rarement on aura à constater le développement consécutif de troubles trophiques de la main et de l'avant-bras qui rendront le membre impotent. Il en a été cependant ainsi chez l'un de nos malades, dont nous allons résumer l'observation.

Obs. V. — R..., soldat au 23e bataillon de chasseurs à pied, étant dans les Alpes, tomba dans un précipice, le 26 juillet 1899, et se fit une fracture du poignet droit. On pratiqua des manœuvres de réduction, puis on plaça le membre dans une gouttière plâtrée, d'où on le sortit au bout de vingt jours, pour faire du massage.

Les fonctions du membre ne se rétablissant pas, le blessé entre, le 8 mars 1900, à l'hôpital militaire de Nice où l'on constate de l'atrophie des muscles de la main. On emploie le massage et l'électricité, puis on envoie le sujet faire une saison à Bourbonne.

En décembre 1900, il est réformé n° 1, avec gratification renouvelable, et rentre dans ses foyers le 20 mars 1901.

Deux nouvelles saisons à Bourbonne, en 1901 et 1902 n'amènent pas d'amélioration appréciable.

Le blessé demande à être admis à la pension de retraite, ne pouvant exercer son métier de charretier, avec un membre supérieur impotent.

Le 4 août 1902, il entre dans notre service à l'hôpital militaire de Marseille, pour y être mis en observation.

La main est légèrement inclinée vers le bord radial de l'avant-bras; la tête du cubitus fait saillie du côté interne. L'avant-bras se trouve immobilisé en

position intermédiaire entre la pronation et la supination, et la main en légère flexion.

L'extrémité supérieure droite est moins chaude que la gauche; elle bleuit sous l'influence du froid et est le siège d'une transpiration plus abondante que l'autre. Il n'existe pas d'autres troubles trophiques de la peau; les ongles et les poils sont normaux.

Les muscles du bras et de l'avant-bras, des éminences thénar et hypothénar, de même que les interosseux présentent une certaine atrophie; les doigts sont amineis et fuselés.

Le malade allonge bien les doigts, mais ne peut les fléchir complètement, surtout le pouce, l'index et le médius, dont les mouvements sont très limités.

La force de pression de la main droite est presque nulle.

Les mouvements passifs des doigts et du poignet ont l'amplitude normale; les mouvements de pronation et de supination sont très restreints. Pendant l'exéeution des mouvements du poignet, on perçoit quelques eraquements arti-



Fig. 278.



Fig. 279.

eulaires. Les différents muscles se contractent bien à l'électricité, mais présentent un certain degré de réaction de dégénérescence.

On constate de l'anesthésie à la piqûre sur toute la surfree de la main et des doigts; eette anesthésie remonte jusque vers la partie moyenne de l'avant-bras. La sensibilité thermique a disparu dans les mêmes limites. La sensibilité au contact et le sens musculaire sont conservés.

On ne trouve à la palpation du poignet aucun chevauehement ou épine osseuse soulevant les tendons, les nerfs ou les vaisseaux; il y a un léger cal en dos de fourehette, mais surtout une déformation en baïonnette transversale. Les battements de la radiale au poignet sont égaux des deux côtés.

La radiographie (fig. 278) montre un cal de fracture par pénétration de l'extrémité inférieure du radius, tel qu'on le rencontre quand la réduction immédiate n'a pas été totalement pratiquée. L'épiphyse radiale inférieure est augmentée de volume, mais peu déformée : la styloïde cubitale s'est consolidée en se fixant un peu en dehors de sa position normale. La tête du cubitus déborde en bas, de un demi-centimètre environ le plateau articulaire radial qui est incliné en dehors et un peu en arrière, ce qui explique l'inclinaison externe de la main.

L'étude de la radiographie transversale indique l'existence d'un certain degré de dos de fourehette, plus accentué peut-être que la clinique ne l'avait fait supposer.

Le sujet ne présentant aucun antécédent nerveux, ni aucun stigmate hystérique, nous n'avons pu rattacher les accidents observés qu'à de la névrite périphérique, d'origine traumatique.

Il fut admis à la pension de retraite, et quitta l'hôpital le 12 février 1903, sans avoir retiré aucun bénéfice du traitement par le massage, l'hydrothérapie et l'électricité.

d) FRACTURES DES OS DE L'AVANT-BRAS ASSOCIÉES A DES LÉSIONS DES OS DU CARPE. — Nous en avons observé onze cas qui présentent tous un intérêt particulier et différent ; c'est pourquoi nous ferons une courte description de chacun d'eux.

OBS. I. — J..., 1er cuirassiers, le 6 juin 1900, tenait le pied de derrière d'un cheval; à un moment donné, l'animal retira violemment son membre et lui renversa le poignet en arrière. Le blessé, à son entrée à l'hôpital, présentait les symptômes cliniques de l'entorse radio-cubito-carpienne. La radiographie (fig. 279) montra qu'il existait un arrachement de l'extrême pointe de l'apophyse styloïde du radius, par l'insertion supérieure du ligament latéral externe, et un arrachement de quelques lamelles osseuses de la face interne du pyramidal, par l'insertion inférieure du ligament latéral interne.

Il s'agissait là nettement d'une entorse compliquée d'arrachement des points d'insertion des ligaments latéraux. Le massage en eut rapidement raison.

Quatre fois des fractures plus ou moins étendues de l'apophyse styloïde du radius s'accompagnèrent de lésions des os du carpe.

OBS. II. — M..., 16e bataillon d'artillerie à pied, radiographié sept mois après une chute de sa hauteur sur la paume de la main, présentait (fig. 280), en même temps qu'une fracture de la pointe de la styloïde radiale, une fracture



Fig. 280.

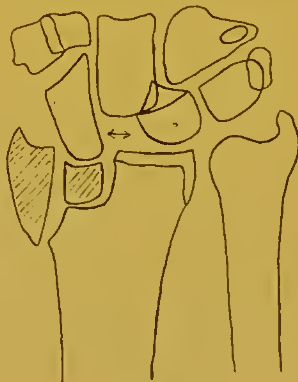


Fig. 281.

transversale du scaphoïde, avec déplacement du fragment supérieur en dehors et luxation partielle du semi-lunaire.

OBS. III. — L..., 22e section d'ouvriers d'administration, se fit, dans une chute de cheval sur le poignet droit, une fracture oblique, à deux fragments, de la moitié externe de l'épiphyse inférieure du radius, en même temps qu'une subluxation du scaphoïde en dehors, et du semi-lunaire en arrière (fig. 281). Aucune tentative de réduction ne fut pratiquée, et il persista consécutivement une certaine raideur du poignet.

Dans ce dernier cas, le scaphoïde, transmettant le choc à l'épiphyse radiale, avait résisté et produit la fracture de la moitié externe de cette

dernière; puis secondairement la moitié interne intacte de l'épiphyse et la tête du grand os avaient fait coin entre le scaphoïde et le semi-lunaire et déplacé les deux os en sens différent.

Dans le premier cas il y avait également eu transmission du choc au radius par le scaphoïde, mais cette fois enclume et marteau avaient été fracturés l'un et l'autre simultanément, ou peut-être la styloïde radiale avait-elle été arrachée par le ligament latéral externe, après la fracture du scaphoïde; la tête du grand os avait également joué le rôle de coin pour écarter le scaphoïde du semi-lunaire, en les déplaçant latéralement comme deux noyaux de cerise.

Obs. IV. — G..., 30e régiment d'artillerie, se fit, dans une chute sur le poignet, en même temps qu'une fracture transversale du scaphoïde, une fracture partielle du sommet de la malléole externe, et une subluxation du semi-lunaire (fig. 282). Le sommet de la malléole radiale avait pénétré le fragment



Fig. 282.



Fig. 283.

externe du scaphoïde qui avait éclaté en partie et montrait plusieurs petites esquilles détachées de sa face supéro-externe. La chute, dans ce cas, avait dû se faire le poignet étant en extension et abduction, et la partie moyenne du scaphoïde comprimée entre la tête du grand os et la pointe de la malléole radiale s'était laissée fracturer et pénétrer.

Obs. V. — B..., 10e bataillon d'artillerie à pied, s'est fracturé le poignet gauche, en août 1899, en tombant d'un arbre. Il existe un certain degré d'inclinaison radiale de la main. Les mouvements d'extension et de flexion se font bien; pendant ces derniers on voit et on sent se produire une saillie dorsale due à la tête du grand os. On remarque quelques troubles trophiques : cyanose de la peau, main un peu froide, atrophie des muscles des éminences palmaires, surtout de l'hypothénar. Le sujet ne demande qu'à faire son service, éprouvant peu de gêne. Sur la radiographie postéro-antérieure prise le 7 février 1904, on remarque une fracture de la styloïde radiale, et une fracture transversale du scaphoïde, dont le fragment supérieur a été refoulé en dehors par la tête du grand os, pendant que le semi-lunaire était subluxé en dedans (fig. 283).

Quatre fois c'était la styloïde cubitale qui était arrachée à sa base, en même temps que le scaphoïde était fracturé à sa partie moyenne et qu'il existait ou non une luxation simultanée du semi-lunaire,

Obs. VI. — B..., lieutenant de cavalerie, radiographié en juillet 1900, avait fait une chute sur le poignet droit, en août 1896. La styloïde cubitale fracturée à sa base ne s'était pas consolidée, et la styloïde radiale intacte proéminait légèrement entre les deux fragments d'une fracture transversale de la partie moyenne du scaphoïde, réunis par un cal fibreux et restés un peu écartés l'un de l'autre. Il persistait de la gêne dans les mouvements du poignet (fig. 284).

Obs. VII. — L...., garde républicain, tombe de cheval sur la main droite, le 1er octobre 1901. La radiographie faite le surlendemain, montre, en même temps qu'un arrachement incomplet de la styloïde cubitale, une fracture transversale du scaphoïde, et une subluxation du semi-lunaire (fig. 285). La main était inclinée du côté radial.

Obs. VIII. — B..., élève à l'École polytechnique, avait fait une chute sur le dos de la main gauche placée en flexion forcée. Radiographié quinze jours plus tard, nous constatons (fig. 286) un arrachement de la styloïde cubitale, une fracture de la partie moyenne du scaphoïde, une luxation du semi-lunaire, et



Fig. 284.



Fig. 285.



Fig. 286.

près de ce dernier, une petite esquille libre provenant de l'arrachement d'un copeau osseux par une insertion ligamenteuse. La main était fortement inclinée sur le bord radial.

Obs. IX. — T..., soldat au 19e escadron du train, le 5 août 1899, tombe de bicyclette sur la main gauche étendue, et se présente quelque temps plus tard, à notre examen, avec une forte inclinaison radiale de la main. Sur la radiographie (fig. 287), on constate un arrachement de la styloïde cubitale, une fracture transversale du scaphoïde, avec éclatement partiel du fragment inférieur de cet os pénétré par la styloïde radiale, et une subluxation du semi-lunaire.

Après un traitement prolongé par le massage et la mobilisation, les mouvements du poignet restent très restreints.

Les lésions constatées dans les cas que nous venons de rapporter en dernier lieu nous semblent relever du mécanisme suivant : chute sur le poignet en extension ou flexion, et surtout en forte abduction. Dans cette situation, la styloïde cubitale est arrachée par le ligament latéral interne, pendant que le scaphoïde, pressé entre la tête du grand os et la styloïde radiale, se fracture à sa partie moyenne ; en même temps le semi-lunaire refoulé en dedans par le même grand os peut se luxer ou non.

Le traitement employé dans ces cas fut le massage et la mobilisation, mais les mouvements du poignet restèrent longtemps douloureux et limités, et la main conserva son inclinaison radiale.

Y a-t-il lieu de faire davantage ? Chez le blessé de l'observation IX, nous avons songé à une intervention sanglante, destinée à enlever le fragment inférieur du scaphoïde qui coiffait l'extrémité de la styloïde radiale. Nous pensions ainsi améliorer les mouvements de flexion du poignet, et pouvoir peut-être reporter la main du côté interne, pour la remettre en direction normale. Le malade refusa l'opération proposée.

Dans deux autres observations, il existait une fracture du scaphoïde, en même temps qu'une fracture transversale de l'épiphyse radiale, avec ou sans arrachement de la styloïde cubitale.

Obs. X. — A..., mineur, ex-soldat au 163e de ligne, a été réformé n° 1, à la suite d'une fracture du poignet droit, survenue en service commandé, le 31 mai 1898.

Le sujet demandant la transformation de sa gratification de réforme en pension de retraite, est envoyé en observation à l'hôpital militaire de Marseille, le 1er février 1904.

Nous ne constatons pas de dos de fourchette appréciable, mais la main est inclinée sur le bord radial, et la tête du cubitus fait une saillie assez prononcée



Fig. 287.


Fig. 288.

sur le côté interne du poignet. Il n'y a pas de troubles trophiques cutanés, ni musculaires. Les mouvements du poignet et des doigts se font bien : on perçoit un léger frottement dans les gaines dorsales, pendant l'exécution des mouvements de flexion et d'extension. Les apophyses styloïdes radiale et cubitale sont sensiblement au même niveau. L'épiphyse radiale inférieure est légèrement épaissie. Il existe un léger diastasis de l'articulation radio-cubitale inférieure.

Deux radiographies furent prises le 5 février : la transversale montre un léger dos de fourchette ; la postéro-antérieure fait voir (fig. 288), outre une faible déformation de l'extrémité inférieure du radius, l'existence d'une ancienne fracture transversale du scaphoïde ; la styloïde cubitale ne semble pas avoir été arrachée.

Obs. XI. — B..., capitaine d'infanterie, victime de l'accident de la passerelle de l'Exposition, le 18 août 1900, entre à l'hôpital pour une fracture du poignet. La radiographie nous montra (fig. 289 et 290) une fracture de l'extrémité infé-

rieure du radius, avec pénétration et éclatement ; une déformation en marche d'escalier, par suite de la translation dorsale d'un gros fragment postérieur de l'épiphyse radiale inférieure, ayant entraîné la main dans ce sens ; un arrachement de la styloïde cubitale à sa base et une fracture transversale du scaphoïde.

Nous avons pratiqué immédiatement la réduction et la coaptation, par les



Fig. 289.



Fig. 290.



Fig. 291.



Fig. 292.

manœuvres classiques, et avons immobilisé le poignet en position convenable, dans la gouttière plâtrée de Hennequin.

La radiographie faite à nouveau, un mois plus tard (fig. 291 et 292) nous montra que la déformation était à peu près complètement corrigée, et les séances de massage et de mobilisation commencées dès le quinzième jour, rendirent au poignet ses mouvements d'une façon sensiblement intégrale.



Fig. 293.

2° Luxations des os du poignet. — L'unique cas de luxation isolée de l'un des os du carpe, que nous avons observé, trouve naturellement sa place, à la suite de l'étude des traumatismes précédents.

Obs. I. — P..., lieutenant d'infanterie, avait fait une chute de cheval sur le poignet gauche. Un mois après l'accident, le poignet restait douloureux. Nous l'avons radiographié, le 8 avril 1899, et constaté l'existence d'une luxation du semi-lunaire, sans lésion des autres os du carpe, non plus que des apophyses styloïdes radiale et cubitale (fig. 293).

Aucune tentative de réduction ne fut pratiquée.

3° Lésions du poignet par armes à feu.

Obs. I. — P..., lieutenant d'artillerie de marine, reçut accidentellement, le 19 août 1900, dans la paume de la main gauche, à bout portant, la charge de plombs n° 9, d'un fusil de chasse, calibre 20. Les projectiles, massés tout d'abord, ont traversé le canal carpien, fracturé l'épiphyse inférieure du cubitus, puis ils se sont dispersés dans les parties molles de la face postérieure de l'avant-bras, un certain nombre étant sortis à travers la peau, vers le tiers moyen du membre.

Une intervention chirurgicale immédiate permit d'en retirer un certain nombre : mais la plaie s'infecta et suppurait encore le 26 novembre 1900, lorsque je radiographiai la région. Des plombs nombreux, déformés, ou réduits en poussière occupaient toute l'étendue du trajet mesurant une longueur de 22 centimètres. La tête du cubitus, en subluxation dorsale, présentait une mobilité en touche de piano ; elle était envahie par l'ostéite, ainsi que certains os du carpe et une partie de l'épiphyse inférieure du radius.

Pour amener la fermeture du trajet purulent, et combattre des accidents d'intoxication saturnine produits par la résorption du plomb par les tissus enflammés, M. le Professeur Nimier cureta les portions osseuses malades, fit l'extraction d'un certain nombre de grains de plomb, et enleva une partie de la poussière métallique, en réséquant des fragments de tissus cellulaire et fibreux qui en étaient farcis. Malgré l'ablation forcément très incomplète qui put être réalisée, les accidents saturnins disparurent et les fistules se fermèrent. Il persista une certaine impotence de la main, par raideur des doigts et gêne des mouvements du poignet.

Cette observation nous prouve, à côté de bien d'autres, la tolérance des tissus pour les grains de plomb, et il est à présumer que si la blessure avait évolué aseptiquement, l'enkystement se fût produit immédiatement, sans survenance d'acidents saturnins.

Obs. II. — O..., capitaine d'infanterie, reçut, en février 1894, une balle Lebel, de tir réduit, au niveau du poignet gauche, à bout portant, alors qu'il tenait le fusil par l'extrémité du canon. Le projectile logé sous la peau de la face dorsale du poignet fut extrait facilement. La radiographie, faite en juillet 1902, montre l'existence d'une ancienne fracture transversale de la région métaphysaire inférieure du cubitus ; elle a mis longtemps, paraît-il, à se consolider, aussi distingue-t-on encore actuellement et d'une façon nette, la forme de la solution de continuité qui a eu lieu (fig. 294). Au côté interne du cubilus, on remarque la présence de fragments de plomb enkystés dans les parties molles.



Fig. 294.



Fig. 295.



Fig. 296.

Obs. III. — B..., sergent invalide, âgé de cinquante-huit ans, avait reçu, en 1870, un coup de feu transversal de la partie dorsale et inférieure de l'avant-bras droit. Le radius fut fracturé au niveau de la région métaphysaire qui reste tuméfiée. Le cal est solide et adhère à la face profonde d'une cicatrice cutanée dorsale. La radiographie prise en juillet 1898 (fig. 295) montre la tuméfaction de la région métaphysaire du radius ; la styloïde radiale se trouve remontée à un

centimètre au-dessus de la styloïde cubitale, d'où un certain degré d'inclinaison radiale de la main. On voit de nombreux fragments de plomb incrustés dans le radius, le cubitus et les parties molles; ils sont parfaitement tolérés. Les mouvements du poignet se font bien.

Après le traumatisme, aucune intervention opératoire ne fut pratiquée et les plaies se cicatrisèrent rapidement. Ce cas prouve l'avantage de l'abstention dans les fractures par balle de l'extrémité inférieure du radius, et les bons résultats que pouvait déjà fournir la conservation, même dans la période préantiseptique.

Obs. IV. — T..., soldat invalide, âgé de soixante-deux ans, fut frappé, en 1870, par un éclat d'obus qui lui fractura le poignet droit. Pendant les trois ou quatre années qui suivirent, il sortit des esquilles de la blessure. Actuellement la plaie est bien cicatrisée; elle ne s'est pas réouverte depuis plus de vingt ans. Les mouvements des doigts sont libres, mais ceux du poignet sont très limités. La main est légèrement fléchie et inclinée sur le côté cubital de l'avant-bras.

Sur la radiographie obtenue en octobre 1901 (fig. 296), nous constatons une perte de substance comprenant la région métaphyso-épiphysaire inférieure du cubitus; la diaphyse se termine par une pointe surmontée d'une petite esquille. L'épiphyse inférieure du radius a conservé sa forme, dans sa moitié externe, et s'articule avec une partie intacte du condyle carpien ; la moitié interne au contraire est devenue saillante, et par une inversion de rôle, elle remplit les fonctions d'un condyle qui vient s'articuler avec une cavité constituée par les os de la partie interne du carpe fusionnés entre eux.

Cette observation nous montre le résultat éloigné que peut donner le traitement conservateur dans une lésion par éclat d'obus qui semble avoir intéressé le squelette de toute la moitié interne du poignet.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques du squelette du poignet

Dans deux cas de gommes sous-cutanées, adhérentes par leur face profonde au périoste, et siégeant, l'une au niveau de la partie interne du col du cubitus, l'autre sur la face externe de l'épiphyse inférieure du radius, la radiographie nous montra que la substance osseuse n'était pas envahie, et les constatations faites directement, pendant l'intervention sanglante, confirmèrent le diagnostic.

Dans un cas d'arthrite blennorragique du poignet, nous avons pu remarquer que l'extrémité inférieure des os de l'avant-bras, les os du carpe et les bases des métacarpiens présentaient des lésions d'ostéite raréfiante prononcées, surtout dans la partie externe du massif carpien. L'emploi des rayons de Roentgen vint ainsi nous démontrer que l'inflammation n'intéressait pas seulement les tissus fibreux articulaires, mais que le tissu osseux lui-même était atteint.

Dans plusieurs cas d'arthrite tuberculeuse que nous avons radiographiés, avant toute intervention opératoire, on observait cette même raréfaction des différents os du poignet, et la transparence presque complète que présentaient certains d'entre eux, en totalité ou en partie, indiquait la disparition

des sels calcaires et l'envahissement de la substance osseuse par des fongosités ou de la graisse.

Généralement les os du carpe étaient les plus atteints, et lorsque l'affection n'était pas trop avancée, on distinguait sur le cliché des traits opaques très nets dus à la persistance des cartilages circonscrivant le contour des os raréfiés et transparents. A un degré plus avancé, les cartilages eux-mêmes étaient rongés par les fongosités, et deux ou plusieurs os du massif carpien semblaient confondus par leurs bords et ne formaient plus qu'une masse transparente, sans contour précis.

Dans certains cas, la radiographie nous a permis de découvrir, outre les lésions des os du carpe, des foyers localisés de fongosités, occupant les bases des métacarpiens, ou les épiphyses inférieures des os de l'avant-bras, et sur ces indications, nous avons pu, après la résection des os du carpe, faire un évidement approprié des parties épiphysaires malades.

Obs. I. — J..., militaire réformé, entra à l'hôpital du Val-de-Grâce pour une arthrite tuberculeuse du poignet, survenue consécutivement à un traumatisme datant de dix-huit mois. Il présentait une subluxation en arrière de la tête du cubitus, mobile en touche de piano. Les os du carpe furent réséqués, à l'exception du pisiforme, et d'après les indications de la radiographie, il fut pratiqué un évidement de la tête du cubitus et de la base de certains métacarpiens. La cicatrisation se fit sans fistules ; il y eut une pseudarthrose fibreuse du poignet et les mouvements des doigts étaient libres. La radiographie prise six mois



Fig. 297.



Fig. 298.

après l'intervention (fig. 297) ne montrait plus trace de foyers fongueux ; les métacarpiens s'étaient rapprochés des os de l'avant-bras, dont ils étaient séparés par une masse d'ossification, de forme irrégulière et allongée transversalement. La main était un peu reportée en dehors et la tête du cubitus faisait saillie sous les téguments internes du poignet.

Dans une autre observation, la radiographie obtenue un certain temps après l'opération, indiquait qu'en dehors du trapèze et du pisiforme conservés intentionnellement, il restait des fragments des os du carpe adhérents aux bases des métacarpiens, et à la partie interne de la surface articulaire radiale. La guérison s'était faite sans fistule (fig. 298).

Obs. II. — B..., 2ᵉ cuirassiers, fut atteint d'arthrite blennorrhagique du poignet gauche, le 6 décembre 1900. En février 1901, il présentait les symptômes

d'une arthrite fongueuse, non fistuleuse. La radiographie nous permit de constater que les os étaient très perméables aux rayons, surtout le grand os et le semi-lunaire qui n'avaient plus de contour net, et se trouvaient noyés dans les parties voisines. La surface articulaire du radius, ainsi que les bases des métacarpiens étaient irrégulières et déchiquetées. La résection du carpe et le curetage des parties malades furent pratiquées en mars 1901. La radiographie faite en juin montre que le pisiforme, le trapèze et le trapézoïde ont été conservés ; une traînée d'os de néoformation existe à la base des métacarpiens et sur la surface articulaire du radius, au niveau de laquelle on constate la présence du foyer d'évidement épiphysaire qui est plus perméable aux rayons, (fig. 299). Les métacarpiens se sont rapprochés des os de l'avant-bras ; la main est en bonne position, et le sujet sort guéri avec les mouvements des doigts à peu près intacts, et quelques mouvements du poignet.

Obs. III. — N..., 6[e] régiment d'infanterie coloniale, est atteint d'arthrite subaiguë du poignet, d'origine indéterminée, le 20 novembre 1898. Radiographié le 6 mars 1899, nous constatons une raréfaction de tous les os du carpe, surtout du grand os, et une grande netteté de leurs cartilages d'encroûtement : les bases des deuxième et troisième métacarpiens sont engaînées par quelques productions osseuses périostiques. La résection du carpe est pratiquée dans le

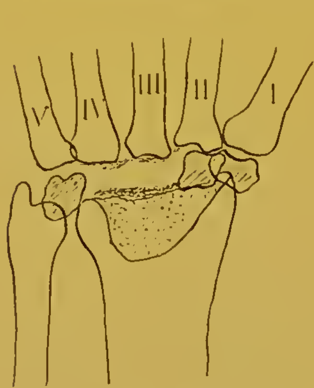


Fig. 299.



Fig. 300.



Fig. 301.

courant de mars, et une nouvelle radiographie (fig. 300) prise le 17 juin 1899, montre que la base des métacarpiens s'est relativement peu rapprochée des os de l'avant-bras ; le pisiforme seul a été conservé, et dans la gangue fibreuse qui remplace le carpe, on aperçoit quatre petits noyaux disséminés.

Le radius qui semblait intact, a dû être envahi ultérieurement par la tuberculose, car le malade, entré dans la suite à l'hôpital maritime de Brest, subit, le 26 mars 1900, une résection de 6 centimètres environ de l'extrémité inférieure du radius.

Il rentra le 1[er] juin 1900, à l'hôpital du Val-de-Grâce, où nous le radiographions à nouveau (fig. 301). La main est assez fortement inclinée sur le bord radial. Il existe de la douleur et de la tuméfaction au niveau du premier métacarpien, particulièrement à la base, où l'on trouve, du côté dorsal, un tuberculome en voie de ramollissement. Le malade n'exécute que de légers mouvements volontaires de la main et des doigts.

§ 3. — Lésions congénitales du squelette du poignet

Obs. I. — L..., soldat au 4[e] régiment d'infanterie coloniale, fut atteint d'entorse du poignet gauche, le 21 juin 1898, et radiographié en mars 1899. Il

existait une synostose du trapèze, du trapézoïde et du grand os, une synostose du semi-lunaire et du pyramidal, et un scaphoïde divisé en deux fragments sensiblement égaux; la styloïde radiale très allongée se terminait par une pointe effilée (fig. 302).

Nous pensâmes tout d'abord que ces lésions constituaient des reliquats traumatiques.

Le blessé, depuis son accident, présentait des phénomènes de névrite périphérique localisée à la main; il en était résulté de l'atrophie des éminences thénar et hypothénar, de l'ostéoporose des os de la main et de la partie inférieure du radius et du cubitus. Mais une radiographie du poignet sain, nous montra la même conformation de la styloïde radiale, la séparation en deux du scaphoïde, et la fusion du semi-lunaire et du pyramidal; de ce côté il n'y avait pas d'ostéoporose. Il s'agissait donc de lésions bilatérales, d'origine congénitale.

Obs. II. — S..., jeune soldat non incorporé, fit, à l'âge de quatre ans, une chute de sa hauteur. Outre une lésion du coude droit, dont nous parlerons en étudiant les affections de cette région, il présentait une malformation du poignet gauche, caractérisée, ainsi que nous le montra la radiographie faite en

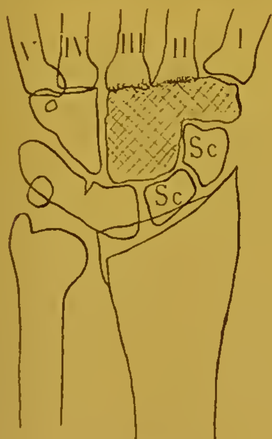


Fig. 302.



Fig. 303.

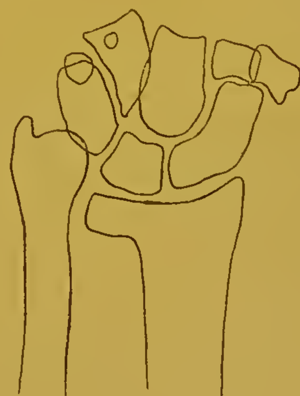


Fig. 304.

novembre 1902, par une atrophie de l'extrémité inférieure du cubitus qui venait s'articuler par sa tête déformée, avec le flanc interne de l'extrémité inférieure du radius, dont la base avait elle-même subi un certain degré d'inclinaison cubitale (fig. 303).

Le traumatisme avait sans doute joué un rôle dans la production de cette déformation; elle n'était pas à proprement parler d'origine fœtale, mais plutôt d'origine infantile.

Obs. III. — V..., élève à Saint-Cyr, était tombé de cheval tout récemment sur le poignet gauche. Il nous fut adressé, en février 1899, pour être radiographié, avec le diagnostic de fracture de l'extrémité inférieure du radius. Il existait de la tuméfaction de la région, de la douleur à la pression, une ascension notable de la styloïde radiale, et de la déviation externe de la main, avec saillie en dedans de la tête du cubitus qui présentait une mobilité en touche de piano.

La radiographie (fig. 304) ne nous montra aucune trace de fracture, tant du côté du carpe, que des os de l'avant-bras. Il s'agissait tout simplement d'un raccourcissement congénital du radius, auquel étaient dues les déformations mentionnées; les phénomènes douloureux et la tuméfaction étaient le fait d'une entorse récente.

CHAPITRE IV

AFFECTIONS DE L'AVANT-BRAS

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures des os de l'avant-bras par causes communes. — Ces fractures, quelquefois de cause indirecte, le plus souvent de cause directe, peuvent intéresser le radius ou le cubitus isolément, ou bien les deux os simultanément.

a) Fractures isolées du radius

Obs. I. — L..., 115° de ligne, tomba sur la main droite étendue, en courant, le 25 février 1900. La radiographie exécutée le lendemain nous révéla une fracture transversale de la diaphyse du radius, à 8 centimètres environ au-dessus de l'interligne articulaire du poignet. Le fragment inférieur du radius



Fig. 305.



Fig. 306.



Fig. 307.

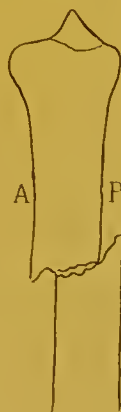


Fig. 308.

était déplacé en avant et en dedans (fig. 305 et 306). La réduction fut tentée, la gouttière plâtrée de Hennequin appliquée, et une nouvelle radiographie obtenue le 7 mars, à travers le plâtre, nous fit voir que la réduction du déplacement transversal était suffisante (fig. 307), mais qu'il persistait une certaine saillie du fragment inférieur en avant (fig. 308).

Obs. II. — F..., 141° de ligne, étant à bicyclette, le 11 septembre 1903, tombe dans un fossé, sans pouvoir dire quelle partie du membre supérieur gauche est venue heurter le sol. Le lendemain l'avant-bras gauche, qui ne présente ni plaie, ni ecchymose, est fortement tuméfié à sa partie moyenne. On provoque

une vive douleur à la pression sur le radius, à 6 centimètres au-dessus du poignet ; on perçoit de la mobilité anormale à ce niveau, mais pas de crépitation. La radiographie nous montre une fracture oblique de la diaphyse du radius, siégeant à 7 centimètres environ au-dessus de la base de l'apophyse styloïde ; l'extrémité supérieure du fragment inférieur est un peu déviée en dedans (fig. 309). Nous pratiquons la réduction et la maintenons avec l'appareil plâtré de Hennequin. Nous prenons le 12 octobre une nouvelle épreuve qui indique que le radius est en bonne direction, quoiqu'il persiste encore un faible déplacement interne du fragment inférieur ; le cal, en voie de formation, nivelle


Fig. 309.


Fig. 310.


Fig. 311.

la solution de continuité (fig. 310). Au trentième jour on supprime l'appareil plâtré et on commence le massage.

Une dizaine de jours plus tard, le blessé se plaint de ne pas pouvoir serrer de la main gauche, et d'éprouver de l'engourdissement dans le petit doigt et l'annulaire. Le cal du radius ne semble pas très gros et nous ne constatons rien de particulier sur le trajet du nerf cubital. Ces symptômes durent une quinzaine de jours, et disparaissent progressivement, sous l'influence du massage et de l'électricité.

b) Fractures isolées du cubitus

Obs. I. — G..., 1re compagnie de cavaliers de remonte, reçut un coup de pied de cheval, à la face postéro-externe de l'avant-bras gauche, le 26 août 1900. Il n'y avait pas de plaie des téguments. La fracture siégeait à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur du cubitus, et les fragments présentaient un déplacement insignifiant, ainsi que la radiographie le montra quelques jours plus tard (fig. 311).

c) Fractures simultanées des deux os de l'avant-bras

Obs. I. — F..., 154e de ligne, dans une chute de 2 mètres de hauteur, au gymnase, le 9 juin 1900, s'était fracturé les deux os de l'avant-bras gauche vers leur tiers inférieur. Il entra ultérieurement à l'hôpital du Val-de-Grâce, pour être traité d'un cal vicieux que nous radiographions le 20 août 1900. Sur l'image antéro-postérieure (fig. 312), on voit que l'extrémité inférieure des deux os de l'avant-bras constitue avec leur partie supérieure un angle à sinus interne ; une coulée de cal se remarque dans l'angle rentrant formé par les deux fragments cubitaux. Sur l'image transversale obtenue en faisant pénétrer les rayons par le côté externe du membre en supination (fig. 313) on se

rend compte qu'il existe également un déplacement en arrière des deux fragments inférieurs : le fragment radial a subi un déplacement par angulation, et le fragment cubital un déplacement par chevauchement ; une coulée abondante de cal recouvre l'extrémité inférieure du fragment supérieur du cubitus.

Le 27 août, M. le professeur Mignon pratiqua une ostéotomie transversale,



Fig. 312.



Fig. 313.



Fig. 314.



Fig. 315.

au niveau des anciens traits de fracture, ramena ensuite les fragments bout à bout, puis les maintint en place au moyen d'une suture en anse avec un fil d'argent traversant toute l'épaisseur des deux fragments. Le membre fut immobilisé dans une gouttière plâtrée.

De nouvelles radiographies furent prises le 25 janvier 1901 ; elles montrèrent, ainsi que la clinique avait du reste permis de le constater, l'existence d'une pseudarthrose du cubitus et la persistance d'une légère inclinaison des fragments en dedans et en arrière (fig. 314 et 315).

Obs. II. — P..., élève à l'Ecole Polytechnique, fit une chute de cheval sur le poignet gauche, le 8 juin 1899. Atteint de fracture des deux os de l'avant-bras



Fig. 316.



Fig. 317.



Fig. 318.



Fig. 319.

vers leur partie moyenne, il fut, après tentative de réduction, immobilisé dans une gouttière plâtrée et conduit à la radiographie le 12 juin. Nous prîmes, à

travers le plâtre une épreuve antéro-postérieure et une externe-interne l'avant-bras étant en supination. Leur étude nous permis de nous rendre compte que la réduction pratiquée était insuffisante. On voyait en effet sur la radiographie faite dans le plan sagittal (fig. 316) que le fragment inférieur du radius chevauchait le supérieur et que le fragment inférieur du cubitus se trouvait déplacé en dehors. L'image obtenue dans le plan frontal nous montrait de son côté un chevauchement des fragments du cubitus, et un déplacement en avant du fragment inférieur du radius (fig. 317). La conclusion était que les fragments inférieurs se trouvaient, par rapport aux supérieurs, en position de chevauchement et de légère pronation.

Quelques jours plus tard, d'autres radiographies furent faites, après une nouvelle tentative de réduction, et l'application d'un second appareil plâtré ; le résultat constaté restait toujours sensiblement le même.

Une troisième intervention suivie de l'application d'un nouvel appareil plâtré fut plus heureuse : le chevauchement était corrigé, mais il persistait un léger déplacement des deux fragments en avant. C'est dans cette situation que la consolidation se fit, ainsi que nous pûmes le contrôler sur des radiographies exécutées en mars 1900.

Obs. III. — G..., 31e d'artillerie, fit, le 15 avril 1900, dans une bousculade, une chute dans laquelle la face postérieure de l'avant-bras gauche porta contre le rebord d'un trottoir. On constata une fracture des deux os, un peu au-dessus de leur partie moyenne, et on appliqua une gouttière plâtrée. La radiographie pratiquée dix jours plus tard, à travers l'appareil, permit de remarquer, sur les images obtenues dans deux plans perpendiculaires (fig. 318 et 319), que les fragments inférieurs chevauchaient les supérieurs et se trouvaient portés en arrière de ces derniers ; une esquille libre se trouvait interposée entre le fragment cubital supérieur et le fragment inférieur du radius. De nouvelles tentatives de réduction n'amenèrent pas de modifications appréciables, et la consolidation se fit sensiblement dans cette position, ainsi que la radiographie le montra un mois plus tard.

Dans la dernière observation que nous allons relater, la fracture des deux os de l'avant-bras coexistait avec un arrachement de la styloïde cubitale.



Fig. 320.

Obs. IV. — M..., 37e de ligne, dans une chute de bicyclette, le 11 octobre 1901, se fractura les deux os de l'avant-bras, et accusait en outre de la douleur au niveau de l'articulation du poignet. La radiographie (fig. 320) ne fut prise que dans le sens antéro-postérieur ; elle fit voir une fracture de la partie moyenne des deux os. Les deux fragments radiaux chevauchaient, et il existait une esquille libre au niveau de l'extrémité du fragment supérieur. L'apophyse styloïde du cubitus avait été arrachée, probablement par traction du ligament triangulaire, et avait été entrainée entre les surfaces articulaires radio-cubitales inférieures qui étaient éloignées l'une de l'autre.

DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE ET TRAITEMENT DES FRACTURES DES DEUX OS DE L'AVANT-BRAS

Cette question des fractures des deux os de l'avant-bras, dans leur partie diaphysaire, nous semble comporter une telle importance pratique, au point

de vue du diagnostic radiographique et du traitement, que nous croyons utile de nous y arrêter un instant.

Il nous paraît oiseux d'insister sur la nécessité qu'il y a à prendre deux radiographies dans deux plans perpendiculaires ; c'est une règle générale qui s'impose ici plus que partout ailleurs. Mais comment disposerons-nous le membre pour obtenir les épreuves ?

Deux considérations doivent guider l'opérateur : il faut d'une part laisser le membre dans la position que lui donne spontanément le blessé après l'accident, pour ne pas provoquer de douleurs en voulant la changer ; d'autre part il est nécessaire que les radiographies prises avant toute tentative de réduction, soient exécutées dans la position qui sera donnée au membre après réduction et application de l'appareil plâtré, de façon à ce que les différentes images soient comparables.

Or, lorsque le blessé se présente à nous, il tient son coude fléchi à angle droit, et l'avant-bras en très légère pronation ; après la réduction, c'est également dans cette position qu'il faut l'immobiliser au moyen de la gouttière plâtrée. Ce sera donc là la position radiographique de choix.

Le membre supérieur fléchi à angle droit, reposera sur la table par la face interne du bras et le côté cubital de l'avant-bras ; une plaque sensible placée sous ce dernier servira pour prendre la radiographie transversale externe interne ; tandis que pour la radiographie antéro-postérieure, la plaque sera fixée verticalement contre la face postérieure du membre, les rayons arrivant horizontalement par sa face antérieure et tombant sur le lieu présumé de la fracture repéré sur la peau et sur l'appareil plâtré.

Il ne faut jamais prendre de radiographie postéro-antérieure, l'avant-bras étant en supination, et reposant par sa face palmaire sur le plan d'appui, comme on le fait en cas de fracture du poignet.

Dans cette position, on obtiendrait sur l'image un enchevêtrement compliqué des fragments qui rendrait difficile l'interprétation de leurs déplacements ; ce n'est du reste pas là la position d'immobilisation chirurgicale, en face de laquelle on se trouvera après l'application de l'appareil.

Comment devra-t-on pratiquer la réduction et l'immobilisation, pour tâcher d'obtenir un résultat un peu meilleur que celui que nous avons constaté dans la plupart de nos observations ?

Voici à notre avis quelle devra être la conduite à tenir.

Le coude étant maintenu à angle droit, l'avant-bras en très légère pronation, un aide pratiquera l'extension, en tirant sur le poignet, pendant qu'un autre aide placé derrière le blessé assis fera la contre-extension, en appuyant ses mains croisées sur la face antérieure du bras. Le chirurgien situé de côté pressera sur les fragments avec ses doigts et assurera leur réduction et leur coaptation. Pour les maintenir en bonne position, jusqu'à consolidation, il placera, pendant que les aides continueront l'extension, une gouttière plâtrée interne, allant de la partie moyenne du bras à la racine des doigts, immobilisant le coude à angle droit et le poignet en rectitude, l'avant-bras en faible pronation. Dès que la bande de toile destinée à mouler l'appareil sur

le membre sera appliquée, le chirurgien exercera avec le pouce et l'index placés l'un en avant, l'autre en arrière de l'avant-bras, au niveau du foyer de fracture préalablement repéré, une compression sur l'appareil, pour produire deux godets de dépression qui refouleront dans l'espace interosseux les muscles antérieurs et postérieurs, et empêcheront ainsi les fragments radiaux de se rapprocher des fragments cubitaux. Extension axiale et compression localisée seront maintenues jusqu'à ce que le plâtre soit sec.

Pour que les deux cônes de dépression, à sommets opposés, produits par l'index et le médius s'imprimant dans le plâtre, soient bien constitués, il faut que la gouttière soit large et que ses bords latéraux dirigés vers le côté radial de l'avant-bras ne se trouvent distants l'un de l'autre que de deux centimètres environ. De cette façon on déprime vers l'espace interosseux des points appartenant au plein de l'appareil, et non à ses bords, comme ce serait le cas si la gouttière n'entourait que la moitié de la circonférence de l'avant-bras. Or, une compression faite par des bords plus ou moins tranchants amènerait presque fatalement l'irritation et l'excoriation de la peau, tandis que effectuée par des cônes mousses, elle est parfaitement bien tolérée, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte.

2° **Lésions de l'avant-bras par armes à feu.** — Nous avons recueilli deux observations de projectiles logés dans les parties molles, et deux autres où il s'agissait de coups de feu anciens, avec lésions du squelette.

Obs. I. — J..., médecin aide-major élève, avait reçu plusieurs années auparavant, un coup de fusil chargé avec du plomb n° 6 et tiré à bout portant. Les projectiles avaient atteints la partie moyenne et postérieure de l'avant-bras. Par une incision antérieure pratiquée immédiatement, un médecin retira une cinquantaine de plombs logés sous la peau. La radiographie stéréoscopique exécutée en mars 1899, permit de voir un grand nombre de plombs restés en place et disséminés dans l'épaisseur des parties molles ; ils étaient bien tolérés et ne provoquaient aucune gêne.

Nous devons, à propos de cette observation, insister sur l'avantage que présente la radiographie stéréoscopique dans les cas de ce genre. En examinant les épreuves au stéréoscope, on voyait les différents grains de plomb plongés dans une sorte de masse gélatineuse représentant les parties molles de l'avant-bras ; on jugeait de leur profondeur, de leur situation entre eux et par rapport aux deux os du squelette. Il nous semblait que notre œil doué d'un pouvoir de pénétration spécial les voyait réellement en place, au milieu des tissus.

Obs. II. — C..., 54e de ligne, s'est tiré accidentellement une balle de révolver, calibre 5, en nettoyant son arme, le 15 août 1901. La peau ne présentait pas de brûlure au pourtour de l'orifice d'entrée qui se trouvait à la face antéro-externe de l'avant-bras gauche, au tiers moyen ; il n'y avait pas d'orifice de sortie. Le projectile n'était pas perceptible par la palpation ; une sonde introduite dans le trajet ne l'avait pas rencontré. Le 17 août 1901, deux radiographies prises dans deux plans réciproquement perpendiculaires, permirent de repérer la situation

de la balle en profondeur, par rapport au squelette, et en hauteur, par rapport à l'orifice d'entrée, grâce à un index métallique qui avait été fixé sur ce dernier. Nous pûmes voir également, sur la radiographie antéro-postérieure, qu'il existait une fracture oblique et incomplète du radius, située à quelques centimètres au-dessus de l'endroit où se trouvait le projectile.

Le mécanisme de production de cette fracture est resté pour nous indéterminé. S'agissait-il d'une fracture à distance, comme les auteurs en ont décrit quelques cas? La balle qui se trouvait logée dans les parties molles, en un point correspondant à l'orifice d'entrée, mais un peu en dehors de celui-ci, serait venue percuter la face antérieure du radius, produisant la fracture à distance, par le mécanisme de la flexion de l'os, ou de la transmission des vibrations à sa masse ; ou bien la poussée antéro-postérieure effectuée par l'expansion des gaz de la poudre pouvait-elle être incriminée, réalisant de la sorte une fracture médiate pour cause directe?



Fig. 321.



Fig. 322.

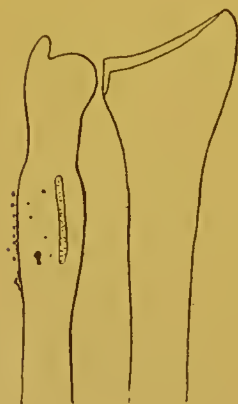


Fig. 323.



Fig. 324.



Fig. 325.



Fig. 326.

Le projectile repéré (fig. 321 et 322) fut facilement extrait, après débridement de l'orifice d'entrée, par M. le Professeur Mignon, et la plaie guérit par première intention, malgré le sondage intempestif du trajet qui avait été pratiqué après l'accident.

Obs. III. — T...., sergent en retraite, a eu le cubitus gauche fracturé à son quart inférieur par une balle, en 1870. La plaie guérit, après suppuration, mais sans élimination d'esquilles. Le 25 janvier 1901, la radiographie nous montra que la consolidation s'était faite en bonne position, avec un cal légèrement tuméfié, et que dans la substance osseuse et les parties molles voisines se trouvaient réparties des parcelles de plomb parfaitement tolérées (fig. 323 et 324). Les mouvements de l'avant-bras et du poignet étaient normaux.

Obs. IV. — M..., colonel en retraite, a reçu, en 1870, une balle qui lui fractura le tiers supérieur du cubitus droit.

La consolidation s'est faite, en ne laissant subsister ni douleur, ni fistules, et avec des mouvements du membre intact. Le 5 juillet 1900, les rayons X font voir un cal un peu volumineux, à surface irrégulière, entouré de fragments de plomb disséminés dans les parties molles. Les deux segments du cubitus se sont consolidés en formant un léger angle à sinus interne (fig. 325 et 326).

3° Moignons d'amputation de l'avant-bras.

Obs. I. — C..., caporal invalide, âgé de 54 ans, fut atteint d'une fracture du poignet droit par balle, le 1er septembre 1870. Quinze jours plus tard, il fut amputé de l'avant-bras au tiers moyen.


Fig. 327.


Fig. 328.

La plaie suppura et deux séquestres s'éliminèrent, six mois et un an après l'opération.

Il se présente à notre examen, en 1899. Nous constatons que le moignon est conique et que les extrémités osseuses semblent hyperostosées. Les mouvements de flexion du coude sont libres, de même que la pronation et la supination. La radiographie nous montre (fig. 327) que le cubitus et le radius, dans leur partie diaphysaire ; ont une surface un peu irrégulière et ont subi une augmentation de volume telle que leur diamètre égale celui de l'humérus ; c'est une conséquence de l'ostéo-périostite infectieuse qui s'est développée.

Obs. II. — G..., marin invalide, âgé de 58 ans, eut le poignet gauche fracassé par un boulet, à la prise de Saïgon, en 1865. Le jour même on pratiqua l'amputation de l'avant-bras au tiers moyen. Le moignon est bon ; l'avant-bras est ankylosé en position intermédiaire à la pronation et à la supination ; les mouvements d'extension et de flexion du coude sont conservés. L'examen par les

rayons de Roentgen, pratiqué en 1899, indique que la suppression des mouvements de pronation et de supination provient de ce que les extrémités des os de l'avant-bras se sont réunies par une synostose transversale partant du radius pour s'insérer sur le cubitus (fig. 328).

Obs. III. — D..., soldat à la 22e section d'Administration, atteint de tuberculose de la main et du poignet, subit l'amputation de l'avant-bras gauche à la partie moyenne, le 8 mai 1903. L'opération fut pratiquée par M. le Professeur Mignon, par la méthode mixte de Sédillot, à petits lambeaux antérieur et pos-



Fig. 329.



Fig. 330.

térieur. Le résultat clinique fut excellent, et les radiographies prises le 17 juin suivant (fig. 329 et 330), montrent que les extrémités des os sont bien protégées par un épais matelas de parties molles.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques de l'avant-bras

Nous n'avons que deux cas à relater.

Obs. I. — B..., 13e régiment d'artillerie, avait reçu un coup sur la région dorsale et externe du poignet droit, et six mois plus tard les gaines tendineuses de la région étaient envahies par des fongosités. Cliniquement le radius semblait tuméfié, au niveau de la face externe de son segment diaphyso-métaphysaire inférieur.

La radiographie pratiquée le 26 février 1900 (fig. 331) nous fit voir, autour de cette partie de l'os, un manchon d'ossification périostique qui pouvait reconnaître pour origine le traumatisme, ou bien être la conséquence de la propagation au périoste de l'inflammation de nature probablement tuberculeuse dont les gaines étaient le siège. Le malade ne fut pas suivi.

Obs. II. — C..., 104e de ligne, eut à l'âge de 13 ans, une fracture avec plaie de la partie moyenne du radius droit. La suppuration du foyer dura 18 mois, et pendant son évolution deux esquilles furent extraites. L'examen par les rayons de Roentgen pratiqué le 12 mai 1901 nous indiqua que le radius avait trois centimètres de diamètre, vers l'union de son tiers moyen avec son tiers inférieur. A ce niveau ses bords, surtout l'interne, étaient un peu crénelés.

Dans la continuité de la diaphyse se remarquaient deux taches transparentes, indices d'une raréfaction du tissu osseux à ce niveau. Comme il n'existait plus à l'époque de phénomènes inflammatoires, il s'agissait vraisemblablement de



Fig. 331.



Fig. 332.

cavités creusées dans l'os, au moment de l'évolution de l'ostéomyélite : des séquestres s'étaient éliminés, et les pertes de substance avaient été comblées par du tissu fibreux (fig. 332).

CHAPITRE V

AFFECTIONS DU COUDE

§ 1. — Lésions traumatiques

Les divers traumatismes directs ou indirects de la région du coude se rencontrent fréquemment dans la pratique courante, et leur diagnostic exact par les moyens d'exploration ordinaire ne laisse pas de présenter certaines difficultés, nous pourrions même dire certaines impossibilités.

L'emploi complémentaire de la radiographie a permis de préciser l'anatomie pathologique des lésions existant réellement, et comme conséquence, elle a mis le chirurgien en situation de porter un pronostic plus exact, et d'instituer un traitement mieux approprié à chaque variété de cas.

1° Fractures des os du coude par causes communes. — Trois os entrant dans la constitution de l'articulation du coude, nous devons étudier séparément les effets des traumatismes sur chacun d'eux, d'autant plus que dans cette région où les pièces squelettiques présentent un certain volume et une résistance appréciable, l'effort anormal produit par les agents extérieurs, épuise le plus souvent sa puissance sur l'un des os, sans léser les autres.

a) Fractures de l'olécrane. — Nous avons observé une fracture du sommet, et six fractures de la base de l'olécrâne.

Obs. I. — D..., sous-lieutenant d'infanterie, tombe sur le coude, le 14 janvier 1902. Le surlendemain, quand nous l'examinons, nous trouvons la région du coude fortement tuméfiée et constatons une teinte ecchymotique de la peau, accentuée à la face postéro-interne de l'articulation. A la palpation, on sent en arrière, au-dessus de l'olécrâne, un noyau de consistance osseuse, à contour irrégulier, du volume d'une noisette, mobile transversalement et de haut en bas. La radiographie (fig. 333) montre qu'il s'agit d'un fragment osseux qui semble constitué par une partie du sommet de l'olécrâne, détachée par le traumatisme.

Le traitement par le massage et la mobilisation fut institué. Nous ignorons quel en fut le résultat, n'ayant pas revu le blessé ultérieurement.

Obs. II. — B..., lieutenant de cavalerie, se fit une fracture de l'olécrâne, en tombant sur le coude gauche, le 14 mars 1896. Il vint nous consulter, le 12 juillet 1900. Les mouvements d'extension et de flexion du coude étaient un peu

limités. Par la radiographie nous avons constaté l'existence d'une fracture

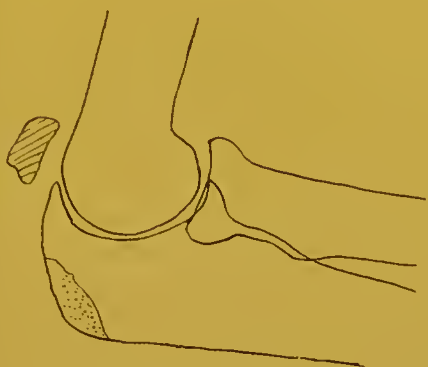


Fig. 333.

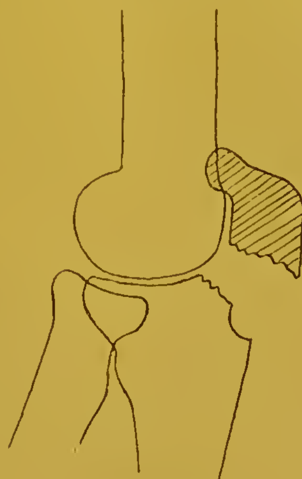


Fig. 334.

de la partie moyenne de l'olécrâne (fig. 334) : les deux fragments étaient écartés l'un de l'autre de un centimètre environ, sans trace de cal osseux.

Obs. III. — M..., 22e section d'infirmiers, s'est fracturé l'olécrâne droit, il y a cinq ans, en tombant d'une échelle. La flexion du coude se fait bien, l'extension est un peu limitée. La radiographie transversale prise le 17 août 1900, indique l'absence de cal osseux entre les fragments écartés de un centimètre environ (fig. 335).

Obs. IV. — L..., équipages de la flotte, eut l'olécrâne gauche fracturé par le choc d'une pierre sur la face postérieure du coude. Radiographié quelques



Fig. 335.

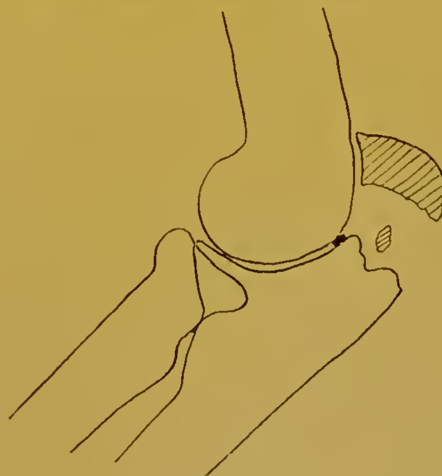


Fig. 336.

jours après l'accident, le 14 avril 1902, nous constatons l'existence d'une solution de continuité de la partie moyenne de l'os (fig. 336) ; les fragments sont écartés de un centimètre environ, et une petite esquille libre se trouve interposée entre eux. Le blessé fut traité par le massage.

Obs. V. — M..., 9e hussards, reçut, le 16 mai 1903, un coup de pied de cheval, au niveau de la face postérieure du coude gauche. Il en résulta une

fracture de l'olécrâne, avec petite plaie des téguments. Sur l'épreuve radiographique obtenue le 19 mai, nous voyons une fracture de la partie moyenne de l'olécrâne, avec deux esquilles, dont l'une assez grosse, interposées entre les fragments qui sont écartés l'un de l'autre de un centimètre environ ; on remarque en outre une fissure nette occupant toute l'épaisseur du cartilage d'encroûtement de la partie inférieure de la grande cavité sigmoïde du cubitus, (fig. 337). Nous appliquons un pansement ouaté compressif sur le coude et

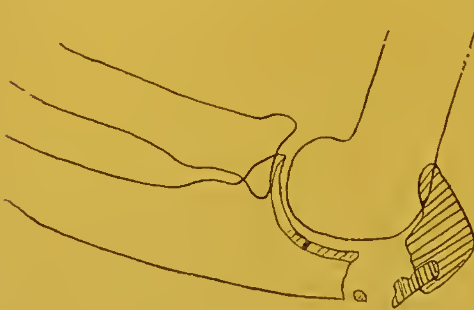


Fig. 337.



Fig. 338.

l'immobilisons dans l'extension. Après guérison de la plaie des parties molles, nous procédons au massage et à la mobilisation et le 30 juillet le blessé quitte l'hôpital, ayant les mouvements du coude sensiblement complets. L'écartement des fragments est à peine perceptible, même dans la flexion de l'avant-bras ; toutefois le fragment olécrânien détaché a conservé une certaine mobilité transversale.

Obs. VI. — B..., 15e escadron du train a glissé, le 6 août 1903, sur des pavés et est tombé à la renverse sur le coude droit fléchi. Il existe une fracture de la partie moyenne de l'olécrâne, avec écartement des fragments de deux centi-

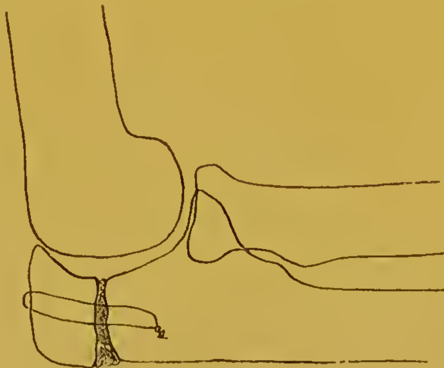


Fig. 339.

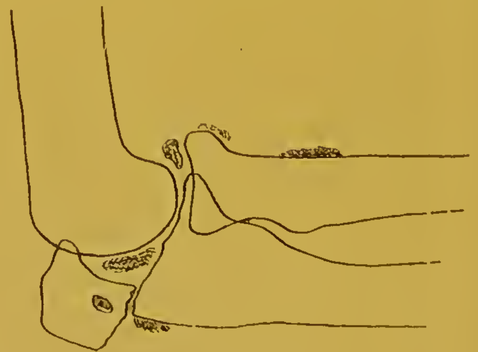


Fig. 340.

mètres; l'articulation est distendue par une grande quantité de liquide. La radiographie confirme le diagnostic (fig. 338).

Le 14 août, sous le chloroforme, nous pratiquons une suture-cerclage des fragments, au fil d'argent, après avoir enlevé le sang contenu dans la synoviale et décapé les surfaces fracturées, en curetant les caillots et relevant les débris du surtout fibreux rétro-olécrânien qui les tapissent. Le coude immobilisé d'abord en extension, fut placé six jours plus tard en flexion, lorsque nous avons enlevé le premier pansement et les fils de suture des téguments. La réunion eut

lieu par première intention. Dès le quatorzième jour, nous avons commencé le massage et la mobilisation du coude et pris une nouvelle radiographie le 4 septembre (fig. 339). Le fil de suture tient bien ; les fragments sont sensiblement au contact et on aperçoit le cal qui commence à se former entre eux.

Le 25 septembre le blessé part en congé de convalescence. Le coude a repris sa forme régulière et ses différents mouvements s'exécutent normalement.

Obs. VII. — S..., équipages de la flotte, se fracture l'olécrâne droit à la base, le 22 février 1902, en tombant d'environ deux mètres de haut. Le choc porte directement sur la région olécranienne, produit une plaie cutanée communiquant avec le foyer de fracture, et luxe en avant les deux os de l'avant-bras.

Après réduction de la luxation et pansement de la plaie, on immobilise le coude dans une gouttière, et deux jours plus tard, on commence le traitement par le massage.

Le 12 mars, la plaie n'étant pas complètement fermée, il se produit un phlegmon qui envahit l'avant-bras et la partie inférieure du bras, et nécessite plusieurs incisions. Le blessé qui se trouvait à bord d'un bateau, est débarqué et hospitalisé à Bombay.

Le 27 mars, les chirurgiens anglais lui font, sous le chloroforme, une incision au niveau de la région olécrânienne, et pratiquent l'extraction de petits séquestres.

Le 26 avril, S..., est rapatrié et entre à l'hôpital militaire de Marseille. La plaie de la région olécrânienne continue à suppurer, ainsi qu'une fistule située à la partie inféro-interne du bras. Les mouvements du coude sont douloureux et très limités ; l'articulation est fixée, à peu près à angle droit.

La radiographie faite à ce moment montre une fracture non consolidée de la base de l'olécrâne, et des lésions d'ostéo-périostite de l'extrémité supérieure du radius et du cubitus (fig. 340).

Le 21 juin, sous le chloroforme, nous pratiquons la résection totale du coude, pour tarir la suppuration, et tenter de rétablir les mouvements de l'articulation. Au moyen d'une incision verticale et médiane postérieure, nous découvrons les os, les dénudons à la rugine, par la méthode sous-périostique, sectionnons l'humérus transversalement, un peu au-dessus des saillies épitrochléo-épicondyliennes, le radius au niveau de son col, et le cubitus un peu au-dessus de l'insertion du brachial antérieur. Nous suturons les extrémités de l'incision, et drainons par son milieu. La plaie opératoire suppura et le blessé quitta l'hôpital dans le courant décembre, présentant encore une petite fistule, au niveau de l'orifice de drainage. Les mouvements de flexion et d'extension étaient complets, mais le coude était un peu ballant, dans le sens latéral.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DES FRACTURES DE L'OLÉCRANE

C'est toujours une cause directe que nous voyons intervenir pour produire les fractures de l'olécrâne et jouer le rôle principal lorsqu'elles portent sur sa base. Au contraire quand la lésion est limitée au sommet, comme dans l'observation I, il y a lieu de faire entrer en ligne de compte tout particulièrement l'action du triceps brachial, qui se contracte brusquement et énergiquement et arrache le point d'insertion de son tendon sur l'olécrâne ; le choc direct sur la partie, qui a lieu en même temps, facilite sans doute l'arrachement du copeau osseux, mais l'action musculaire reste prépondérante.

Quel est le traitement à employer dans les fractures de l'olécrâne ? Nous

croyons qu'il faut être éclectique. Lorsque l'arrachement ne portera que sur une partie du point d'insertion du triceps; lorsque, en cas de fracture transversale de la base, l'écartement des fragments ne dépassera pas un centimètre, on pourra ne pas recourir à l'intervention sanglante, au risque d'obtenir un cal un peu long, et une extension incomplète du coude, comme dans certaines de nos observations. Dans les cas, par contre, où les dégâts seront plus accentués, quand l'écartement des fragments atteindra deux centimètres, comme dans notre observation VI, il faudra pratiquer la suture-cerclage de l'olécrâne, qui nous semble de beaucoup préférable à la suture longitudinale avec un ou deux fils d'argent traversant la partie postérieure des fragments. Dans la suture-cerclage, le fil métallique traverse transversalement le fragment inférieur, puis est passé au-dessus du fragment supérieur, à travers l'épaisseur du tendon du triceps, les deux chefs du fil sont tordus sur le côté externe de l'olécrâne et recouverts par le périoste.

Nous reviendrons sur la surture-cerclage, que nous employons depuis longtemps, à propos des fractures de la rotule, où elle trouve également son emploi.

En cas de fracture ouverte et infectée chroniquement, la résection seule permet de combattre les phénomènes d'ostéo-arthrite, et la tendance à peu près fatale à l'ankylose.

b) Fractures de l'apophyse coronoide du cubitus. — Nous en avons observé trois cas : deux entraînèrent une subluxation permanente des os de l'avant-bras en arrière, et seront étudiés à ce propos ; l'autre n'était qu'une complication d'une fracture verticale de la tête du radius.

c) Fractures de la tête du radius. — Les dégâts produits par le traumatisme étaient localisés à la tête du radius, ou bien il y avait en même temps association d'autres lésions articulaires ou périarticulaires susceptibles d'être décélées par la radiographie.

Obs. I. — L..., détenu. Le 25 mars 1900. étant monté sur un lit, il tombe sur la main étendue, et se plaint les jours suivants de souffrir dans le coude. La radiographie obtenue le 3 avril (fig. 341 et 342) indique l'existence d'une fracture verticale de la partie externe de la cupule radiale.

Obs. II. — R..., capitaine d'infanterie, tombe de cheval sur le coude droit, le 27 juin 1900. Le 20 juillet il présente encore du gonflement du coude, et de la gêne dans les mouvements qui restent douloureux. La radiographie prise à cette époque (fig. 343 et 344) dénote la présence d'une fracture verticale de la cupule du radius ; un petit fragment osseux s'est déplacé et fait ombre du côté externe du col de l'os.

Obs. III. — R..., gendarme, tombe avec son cheval, le 26 juin 1902. La main a d'abord porté sur le sol, puis le coude. Il a souffert immédiatement de cette dernière région qui s'est tuméfiée et a été le siège d'une ecchymose.

Le blessé entre à l'hôpital de Marseille, le 3 juillet. Les mouvements de flexion et d'extension du coude, de même que ceux de pronation et de supination de l'avant-bras sont limités et douloureux. On provoque une vive douleur

à la pression, au niveau de la tête du radius et on perçoit de la crépitation pendant les mouvements de pronation. Le 5 juillet, la radiographie confirme le



Fig. 341.



Fig. 342.

diagnostic de fracture verticale de la partie externe de la cupule radiale (fig. 345 et 346). Traitement par le massage qui donne un résultat définitif excellent.

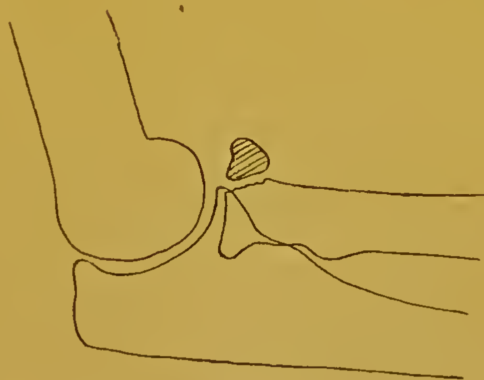


Fig. 343.



Fig. 344.

Obs. IV. — R..., 28e dragons, fait une chute à la voltige, le 9 décembre 1898. Nous le radiographions le 1er avril 1899, et constatons une ancienne fracture verticale de la cupule du radius, avec fragment osseux non soudé placé au niveau de la partie antérieure du col (fig. 347).

Obs. V. — C..., 104e de ligne, tombe sur le coude droit, de sa hauteur, le 10 mai 1901. Le coude est placé en valgus assez accentué, et le médecin du corps pratique dès tractions sur l'avant-bras, pour le ramener en situation normale. Il se développe un gonflement notable et une teinte ecchymotique apparaît sur les faces latérales de l'articulation.

Une radiographie prise le 26 juillet 1901, nous montre une fracture verticale du bord antérieur de la cupule radiale (fig. 348 et 349). Le fragment ostéo-carti-

lagineux détaché ne s'est pas ressoudé et il s'est développé une gaine d'ossification périostique, sur quelques centimètres de hauteur, au niveau de la partie antéro-externe de l'extrémité supérieure du radius.

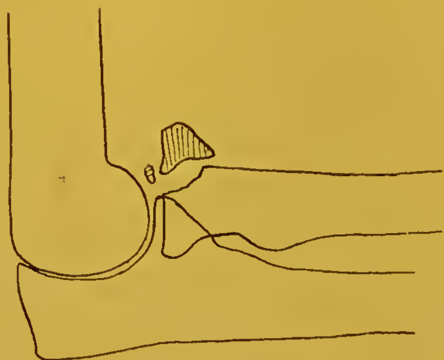


Fig. 345.

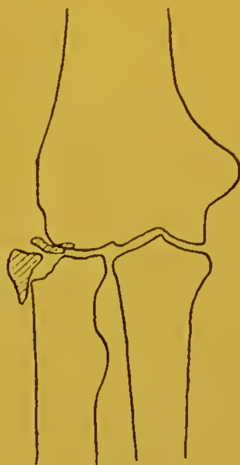


Fig. 346.

Obs. VI. — M..., garde républicain, a fait, il y a plusieurs années, une chute sur la main étendue. Nous le radiographions en 1897, et constatons l'existence d'une fracture verticale ancienne de l'extrémité supérieure du radius. Le coin osseux détaché s'est hypertrophié notablement et s'est ressoudé, en restant à



Fig. 347.



Fig. 348.

un niveau inférieur à celui de la partie du plateau radial demeurée intacte (fig. 350).

Obs. VII. — Le T..., lieutenant d'infanterie, tombe de cheval, sur le coude gauche, le 20 janvier 1898. Nous l'examinons le 27 octobre 1899, et constatons de l'élargissement de la cupule radiale, de l'atrophie du triceps brachial, et des craquements articulaires, pendant les mouvements du coude. L'extension est incomplète, tandis que la flexion atteint sensiblement l'amplitude normale; l'avant-bras fixé en position intermédiaire peut ébaucher un léger mouvement de pronation, mais toute supination est impossible. La radiographie (fig. 351 et 352), outre l'existence d'une fracture par pénétration de l'extrémité supé-

rieure du radius, montre la présence d'un petit foyer de périarthrite ossifiante, dans le ligament latéral interne de l'articulation du coude, ainsi que deux noyaux d'ostéome musculaire, dans la partie inférieure du triceps brachial.



Fig. 349.



Fig. 350.

Obs. VIII. — D..., adjudant au 115e de ligne, fait une chute de bicyclette sur le coude gauche, le 2 juin 1901. Il se présente à notre examen, à la fin d'août avec une ankylose presque complète du coude à angle droit ; l'avant-bras est fixé en position intermédiaire, et ne peut plus effectuer aucun mouvement de pronation, ni de supination. Les muscles du bras et de l'avant-bras ne sont pas sensiblement atrophiés.

La radiographie pratiquée le 30 août (fig. 353 et 354) permet de constater une

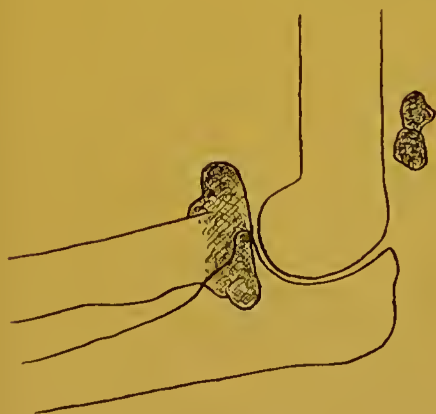


Fig. 351.



Fig. 352.

fracture de l'extrémité supérieure du radius, au niveau du col, avec inclinaison en dehors et en avant du fragment supérieur brisé comminutivement ; il existait en outre des lésions d'arthrite et de périarthrite ossifiante, caractérisées par la disparition partielle de l'interligne huméro-cubital, et par le développement de noyaux osseux dans le périoste et dans la capsule, en avant, en arrière et en dedans de l'articulation.

Après des tentatives infructueuses de mobilisation, nous procédons à la résection de l'extrémité supérieure des deux os de l'avant-bras, le 20 septembre 1901 : le radius est sectionné au-dessous du col, et le trait de scie passant au même niveau à travers le cubitus, enlève une hauteur de 5 centimètres de cet os.

Nous avons utilisé, comme voie d'accès sur l'articulation, la partie inférieure de l'incision en baïonnette d'Ollier, avons suturé totalement la plaie et immobilisé le coude à angle droit, l'avant-bras placé en position intermédiaire.



Fig. 353.



Fig. 354.

Au dixième jour nous avons commencé la mobilisation progressive de la néarthrose.

Le 17 décembre, nous prîmes de nouvelles radiographies qui nous montrèrent (fig. 355 et 356) que les deux os de l'avant-bras avaient tendance à se souder entre eux, au niveau de leur partie supérieure sectionnée, et que la gangue fibreuse correspondant à l'interligne huméro-radio-cubital était parsemée de noyaux osseux multiples et de formes variées, dont quelques-uns constituaient

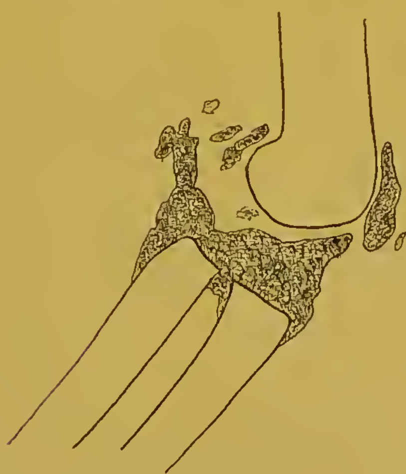


Fig. 355.



Fig. 356.

des jetées saillantes vers l'humérus et appuyées par leur base vers les os de l'avant-bras.

C'est au moyen de mouvements de mobilisation communiqués journellement et pendant de longs mois à la jointure, que l'on arrivera à reconstituer les nouvelles surfaces articulaires qui s'emboîteront avec la partie inférieure de l'humérus, et constitueront une néarthrose souple et solide.

Nous n'avons pas pu suivre le blessé au delà de cette période transitoire dans l'évolution de la restauration anatomique des parties. Toutefois, au moment où nous l'avons perdu de vue, si les mouvements de la nouvelle arti-

culation n'avaient pas encore l'amplitude normale, tout nous faisait espérer qu'avec le temps, le résultat final serait satisfaisant.

Obs. IX. — A..., employé civil à la réserve des médicaments, 29 ans, tombe du haut d'une prolonge, sur le coude gauche, le 12 décembre 1903. Il aurait eu une luxation des deux os de l'avant-bras en arrière, qu'un médecin appelé immédiatement réduisit facilement.

Le 20 décembre, nous prenons une radiographie transversale du coude, dans le sens externe-interne. Nous constatons (fig. 357), l'existence d'une fracture de la moitié antérieure de la cupule radiale, dont le fragment détaché se trouve placé en avant et au-dessus des condyles de l'humérus. L'apophyse coronoïde du cubitus a également été arrachée et ce sont probablement des fragments provenant de sa pointe, que l'on voit projetés au niveau de la partie moyenne de l'interligne huméro-cubital et du bec de l'olécrâne.

Le sujet fut traité par le massage et la mécanothérapie.

Revu le 30 mars 1904, il présente une ankylose presque complète du coude,

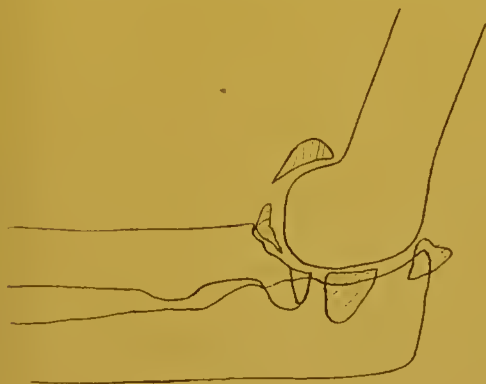


Fig. 357.

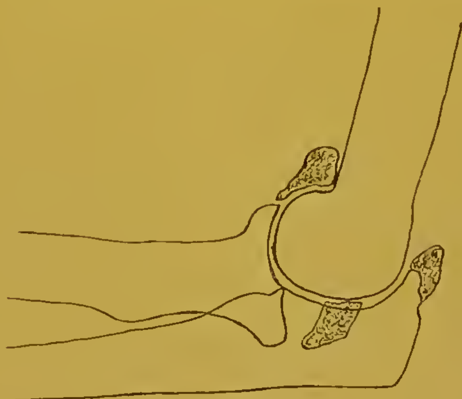


Fig. 358.

l'avant-bras à angle droit sur le bras et la main en position intermédiaire entre la pronation et la supination. Nous faisons deux nouvelles radiographies : sur l'épreuve externe interne (fig. 358), nous constatons sensiblement le même état des parties que précédemment; le fragment détaché du radius tend à se souder au bord antérieur de la cupule de l'os, de même que le fragment situé au niveau du bec de l'olécrâne, semble adhérer à cette éminence ; il persiste, comme antérieurement, un certain degré de déboîtement des os du coude, produisant une ébauche de subluxation des deux os de l'avant-bras en arrière. La radiographie antéro-postérieure fut obtenue le coude étant placé presque à angle droit et reposant sur la plaque par l'olécrâne ; sur cette épreuve on constate la subluxation du radius en dehors (fig. 359).

Toutes les tentatives de mobilisation resteront sans doute vaines, et ne pourront rendre à l'articulation les mouvements perdus. La résection seule nous semble susceptible d'amener un résultat avantageux.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DES FRACTURES DE LA TÊTE DU RADIUS

La fracture de la tête radiale, le plus souvent de cause indirecte, résulte d'une chute sur la main, l'avant-bras étant dans l'extension ; ou bien, comme cela a eu lieu dans plusieurs de nos observations, le blessé tombe sur le bord cubital de l'avant-bras, le coude étant fléchi, et le traumatisme tend à incliner l'avant-bras en dehors. Dans l'un et l'autre cas, la cupule du radius vient

heurter violemment le condyle huméral, soit par sa partie antérieure, soit par sa partie externe, et une fracture verticale se produit, le fragment détaché étant, suivant les circonstances, constitué aux dépens des parties antérieure ou externe de la cupule. Si le contact a lieu par une plus large surface, on peut voir la cupule résister et c'est alors le col du radius qui se rompt et pénètre dans la tête qu'il fait éclater ; on se trouve alors en présence d'une fracture par tassement, pénétration et éclatement, analogue à celles que l'on observe si fréquemment au niveau de l'extrémité inférieure de l'os.

Dans les cas simples, le traitement par le massage et la mobilisation suffiront à rétablir le fonctionnement de l'articulation ; mais parfois l'on sera obligé de recourir à une résection portant sur la tête radiale, ou l'extrémité supérieure des deux os de l'avant-bras, pour combattre l'ankylose consécutive.

d) Fractures de l'épicondyle huméral. — Ces fractures étaient autrefois plus souvent soupçonnées que nettement démontrées, avant l'emploi des rayons de Roentgen.

Obs. I. — F..., garde républicain, fait une chute dans l'escalier, sur le coude, le 26 août 1898. Le 13 septembre, la radiographie permet de constater un arra-



Fig. 359.



Fig. 360.

chement incomplet de l'épicondyle, avec tendance à la propagation du trait de fracture à travers le condyle (fig. 360).

e) Fractures de l'épitrochlée. — Nous les avons rencontrées plus fréquemment que les fractures de l'épicondyle, puisque nous avons pu en observer trois cas.

Obs. I. — H..., 130e de ligne, aurait eu, à l'âge de quinze ans, en tombant à la renverse, une luxation du coude, avec issue des os à travers une plaie située à la région antéro-interne de l'articulation. Nous l'examinons, le 3 mai 1900, et constatons que les mouvements de l'articulation s'exécutent normalement. La radiographie nous montre une encoche assez prononcée au-dessus de la

trochlée anormalement saillante en dedans, comparativement à l'épitrochlée qui est effacée (fig. 361). Il y a eu probablement autrefois arrachement incomplet de l'épitrochlée avec extension du trait de fracture à travers la trochlée.

Obs. II. — P..., 24e de ligne, présente une légère diminution de l'extension du coude, qu'il attribue à deux fractures ayant intéressé l'extrémité inférieure de l'humérus, l'une à l'âge de neuf ans, l'autre à quatorze ans. Sur la radiographie prise le 4 mars 1901, nous voyons, comme dans le cas précédent, entre la



Fig. 361.



Fig. 362.

trochlée et l'épitrochlée, une encoche assez profonde, qui semble être le reliquat d'un arrachement incomplet et ancien de cette saillie osseuse (fig. 362). Chez ce même malade, l'épicondyle qui est plus volumineux que normalement, a dû être fracturé antérieurement, ou s'est hyperostosé, par irritation de son périoste, au moment des traumatismes précités.

Obs. III. — R..., 104e de ligne, accuse un traumatisme ancien du coude. L'extension complète est impossible et ne dépasse pas l'angle obtus ; la flexion se fait dans les limites normales. Le nerf cubital est luxé en avant, et il semble

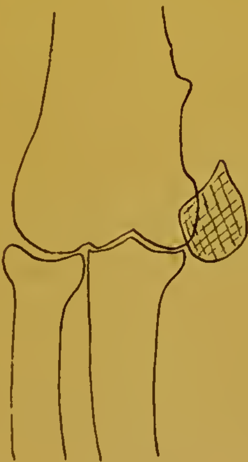


Fig. 363.



Fig. 364.

exister une fracture ancienne de l'épitrochlée. L'emploi des rayons de Roentgen, le 15 mai 1898, montre en effet une dépression, à la place de la saillie de l'épitrochlée ; cette dernière doit être représentée par un fragment osseux qui a été entraîné à la face interne de la trochlée où il est resté mobile (fig. 363).

f) Fractures du condyle externe de l'humérus.

Obs. I. — S..., médecin aide-major-élève, est tombé de sa hauteur, sur le coude gauche en flexion, à l'âge de deux ans; il a été traité par l'immobilisation dans un appareil plâtré. Nous l'examinons le 18 juillet 1899, et constatons un élargissement de l'extrémité inférieure de l'humérus et un certain degré de cubitus valgus. Il n'existe pas de mouvements de latéralité, la flexion et l'extension du coude, la pronation et la supination de l'avant-bras s'exécutent normalement. La musculature du membre est bonne, et le sujet qui est gaucher se sert parfaitement de son bras. La radiographie (fig. 364) permet de constater que le condyle externe s'articulant avec le radius, est constitué par un fragment osseux ovoïde, complètement séparé de l'humérus. Un examen clinique plus attentif nous permet alors de remarquer que ce fragment condylien suit la tête du radius, dans les mouvements de flexion et d'extension, mais il ne lui adhère pas et reste fixe dans les mouvements de pronation et de supination. Il existe en outre un léger degré de périarthrite ossifiante, caractérisée par la présence d'un petit noyau osseux, au niveau de l'insertion supérieure du ligament latéral interne.

Obs. II. — L..., 12e régiment d'artillerie, se fracture le coude, dans une chute de cheval, le 9 janvier 1899. Le 1er avril nous notons que l'articulation est fixée



Fig. 365.

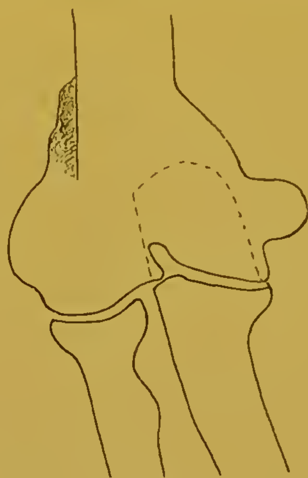


Fig. 366.

à angle obtus, et ne présente que peu de mouvements, soit actifs, soit passifs.

Sur la radiographie (fig. 365) on constate l'existence d'une fracture condylienne externe; le fragment condylien ne s'est ressoudé à l'humérus que par sa partie supérieure.

g) Fractures bicondyliennes en T de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Obs. I. — K.... 130e de ligne, tombe de sa hauteur sur le coude droit, le 3 mars 1899, et se fracture l'extrémité inférieure de l'humérus. Le 5 juillet 1899, l'extension du coude se fait incomplètement; la flexion, la pronation et la supination ont conservé leur intégrité. La radiographie (fig. 366) permet de reconnaître une fracture en T, en voie de consolidation.

Obs. II. — F..., 124e de ligne, tombe d'une échelle, de trois mètres de hauteur, le 19 janvier 1900. Le coude gauche porte sur le pavé de l'écurie; il se produit

une fracture ouverte de l'extrémité inférieure de l'humérus. Le cinquième jour, M. le professeur Mignon, au moyen d'une incision verticale postérieure,

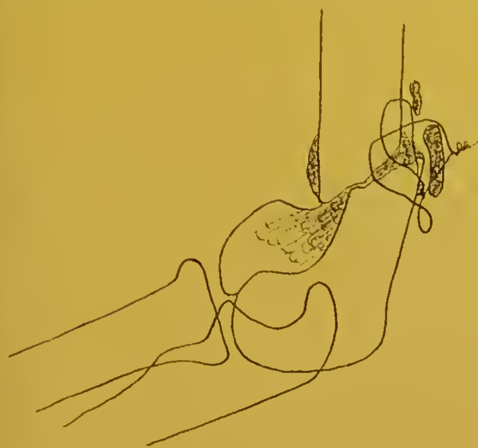


Fig. 367.



Fig. 368.

découvre les fragments et les suture au fil d'argent. Le foyer opératoire est infecté, suppure et une fistule persiste.

Sur les radiographies que nous prenons, le 24 avril 1900, on constate l'existence d'une fracture en T ; les deux fils d'argent sont en place ; la consolidation



Fig. 369.



Fig. 370.

ne s'est pas faite et il existe des esquilles autour du foyer de fracture (fig. 367 et 368).

On enlève ultérieurement les fils d'argent et les esquilles accessibles, on draine le foyer et on immobilise le coude.

Le 17 novembre 1900, l'emploi des rayons X indique (fig. 369) que la consolidation de l'humérus s'est effectuée ; le coude est fixé à angle légèrement obtus, par ankylose osseuse articulaire.

h) Fractures sus-condyliennes de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Obs. I. — Le D..., 102e de ligne, a eu, il y a huit ans, une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus droit, en tombant sur le coude fléchi. Au moment où nous radiographions le blessé, le 17 décembre 1901, nous constatons que le coude présente un léger degré de cubitus varus : les divers mouvements de

l'articulation sont normaux, sauf la flexion qui est légèrement limitée. Sur les schémas (fig. 370 et 371) on voit que le cubitus varus tient à une inclinaison en dedans de l'épiphyse humérale sur la diaphyse, et que le cal légèrement globuleux dans le sens antéro-postérieur, est un peu irrégulier à sa partie antérieure.

2° Fractures des os du coude par armes à feu.

Obs. I. — G..., chef de bataillon, a été blessé au coude droit, par un éclat d'obus, le 25 juin 1900, en Chine. Le projectile entré à la région externe de l'avant-bras, au-dessous du pli du coude, est resté logé ; il fut extrait par une incision postérieure sus-olécranienne. L'infection du foyer traumatique nécessita une incision de 10 centimètres sur l'épicondyle, et deux incisions internes, l'une sur l'épitrochlée, l'autre en avant que l'on utilisa pour nettoyer le foyer de fracture et enlever des esquilles.

Le 22 mars 1900, nous constatons que le coude est fixé à angle droit, l'avant-bras en position intermédiaire ; il y a ankylose complète de l'articulation



Fig. 371.



Fig. 372.

huméro-cubitale, mais il persiste de légers mouvements de pronation et de supination.

La radiographie (fig. 372 et 373) indique que l'humérus est consolidé : le cal est un peu exubérant du côté interne, et un foyer d'ossification périostique se voit au niveau de la face antérieure du col du radius.

3° Luxations des os du coude. — La radiographie nous a permis d'étudier plusieurs cas de luxation complète ou incomplète des deux os ou d'un seul, avec ou sans fracture concomitante ; ces déplacements étaient récents ou anciens.

a) Luxations totales et récentes, sans fractures. — Deux cas seulement ont pu être radiographiés, les blessés arrivant généralement à l'hôpital avec leur luxation réduite au dehors.

Obs. I. — J..., 130e de ligne, se fit une luxation des deux os de l'avant-bras en haut et en arrière, et un peu en dedans, le 28 juin 1899, en tombant de la barre fixe. Une radiographie externe-interne fut prise le lendemain de l'accident, avant la réduction qui fut facilement obtenue. Le bec de l'apophyse coronoïde

du cubitus se trouvait en contact avec la partie postéro-inférieure de la trochlée; la tête du radius au contraire était éloignée de la surface articulaire humérale



Fig. 373.



Fig. 374.

(fig. 374). Le blessé fut consécutivement atteint d'ostéome du brachial antérieur.

Obs. II. — L ....., 22e section de Commis d'Administration. Le 14 juillet 1898, en valsant, le poing sur la hanche, il tomba sur le coude fléchi, l'avant-bras ayant porté sur une pierre par sa face postérieure. Il en résulta une luxation du coude en haut et en arrière qui fut radiographiée le lendemain, avant la réduction (fig. 375). Ce blessé eut également dans la suite un ostéome du brachial antérieur.

b) Luxations totales et anciennes sans fractures. — Deux cas se sont présentés à notre examen, et l'étude des lésions constatées nous a amené à pratiquer une résection de l'articulation.



Fig. 375.

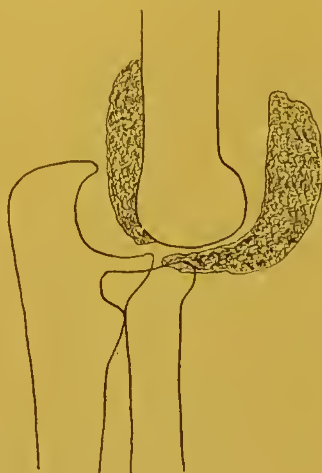


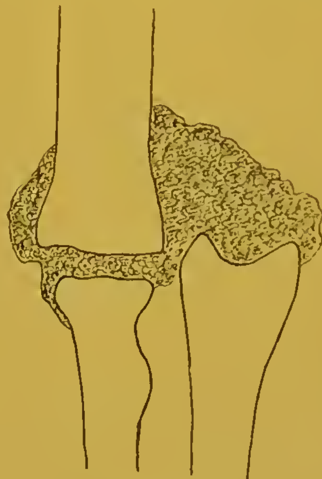
Fig. 376.

Obs. I. — Mme C....., trente-cinq ans, renversée par une bicyclette, le 15 mars 1899, tombe sur le coude droit. Le médecin qu'elle consulte diagnostique une fracture du coude et prescrit le massage. Le 19 avril elle nous est amenée

au Val-de-Grâce par un de nos collègues de l'armée, pour être radiographiée. Le coude est tuméfié, fixé à angle obtus et ne présente que de légers mouvements communiqués.

Les rayons X nous montrent qu'il n'existe qu'une subluxation des os de l'avant-bras en arrière ; la grande cavité sigmoïde du cubitus a abandonné le contact de la trochlée, mais la partie antérieure de la cupule du radius est


Fig. 377.


Fig. 378.

encore sous-jacente à la face inférieure du condyle ; il existe un ostéome volumineux dans la partie inférieure du brachial antérieur (fig. 376).

La malade ne se résout pas tout d'abord à une intervention chirurgicale.

Elle vient nous retrouver le 20 juin 1899. Quelques jours auparavant, en portant avec la main malade un seau rempli d'eau, l'avant-bras s'est fixé en extension. Une nouvelle radiographie indique cette fois (fig. 377) une luxation

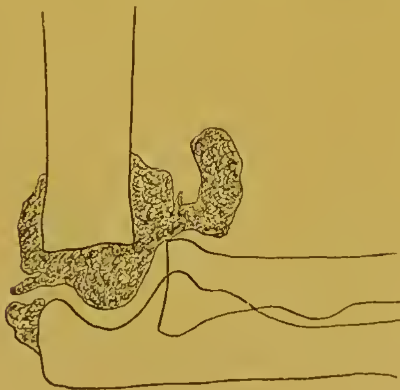

Fig. 379.


Fig. 380.

complète, sans ascension des os de l'avant-bras, qui ont probablement été empêchés de monter par l'ostéome du brachial antérieur, sur la concavité duquel repose la poulie humérale ; il s'est développé en outre des ossifications assez étendues dans les tissus fibro-périostiques situés à la face postéro-inférieure de l'humérus.

La malade entre à l'hôpital de la Pitié, dans le service de notre distingué collègue et ami Picqué qui voulut bien nous laisser pratiquer l'opération, le 8 juillet 1899, en nous assistant de son aide et de ses conseils. Après avoir

enlevé l'ostéome du brachial antérieur, nous avons tenté sans succès de réduire la luxation, et avons immédiatement pratiqué la résection sus-épicondylienne de l'extrémité inférieure de l'humérus, au moyen d'une incision verticale et médiane postérieure. Le foyer opératoire s'infecta malheureusement et la suppuration fut de quelque durée.

Un examen par les rayons de Roentgen fut fait le 28 octobre 1899 ; à ce moment les mouvements de flexion et d'extension étaient très restreints, tandis que la pronation et la supination s'exécutaient normalement.

On voit, sur la radiographie antéro-postérieure obtenue en mettant la face postérieure du bras au contact de la plaque sensible, l'avant-bras étant maintenu vertical, et les rayons tombant à 45 degrés sur le milieu de la face antérieure du pli du coude, que le radius s'est placé dans le prolongement de l'axe de l'humérus, tandis que la grande cavité sigmoïde cubitale est en rapport avec une masse osseuse néoformée au côté interne de l'os réséqué (fig. 378).

L'épreuve transversale montre que l'extrémité inférieure de l'humérus se trouve bien en regard de la grande cavité sigmoïde du cubitus ; mais le foyer de résection est envahi par des ossifications exubérantes (fig. 379).

La malade souffrant beaucoup pendant les manœuvres de mobilisation répétées que nous avions conseillé, pour tenter de modeler les surfaces articulaires et rendre au coude une certaine quantité de mouvement, nous laissons l'articulation en repos complet, pour obtenir une ankylose solide à angle droit, laquelle ne tarda pas à se produire.

Le 23 mars 1901, nous revîmes la malade et prîmes une dernière radiographie (fig. 380). A ce moment l'ankylose était complète, mais les mouvements de pronation et de supination persistaient.

Somme toute, si le résultat chirurgical ne fut pas idéal, la malade se déclara néanmoins satisfaite, pouvant porter la main à la bouche, sur la tête, et vaquer aux soins de son ménage, ce qui lui était impossible antérieurement.

Obs. II. — Ch...... 7° hussards, se fait une luxation du coude en haut et en arrière, le 27 juin 1899, en tombant dans un escalier. Le médecin du corps tenta immédiatement la réduction et crut l'avoir obtenue ; mais au bout de quinze jours, il s'aperçut qu'il n'en était rien, et une épreuve radiographique exécutée en ce moment confirma le diagnostic de luxation non réduite des deux os de l'avant-bras en haut et en arrière. Il fut fait alors, sous le chloroforme, de nouvelles tentatives de réduction qui, quoique infructueuses, furent assez énergiques pour amener un gonflement notable de la région et produire des ecchymoses assez étendues sur la peau du bras et de l'avant-bras.

Le 18 août 1899 le blessé est évacué sur l'hôpital du Val-de-Grâce. L'avant-bras fait avec le bras un angle obtus à sinus antérieur ; les différents signes cliniques de la luxation sont faciles à constater.

Les mouvements volontaires de flexion et d'extension sont impossibles ; les mouvements passifs ne se font que dans une très faible étendue, et la flexion communiquée est loin d'approcher de l'angle droit ; la pronation et la supination volontaires ou provoquées se font dans une certaine limite.

Une radiographie transversale externe-interne que je pris le jour même (fig. 381) me montra que le pourtour de la cupule du radius et le bec de l'apophyse coronoïde du cubitus étaient en contact avec la partie postéro-supérieure des condyles huméraux ; il existait un ostéome de la partie inférieure du brachial antérieur, comprenant dans sa concavité la partie articulaire de la surface humérale ; en outre la grande cavité sigmoïde du cubitus était comblée partiellement par des ossifications appliquées sur la face postérieure de la métaphyse humérale.

Le 25 août, je pratiquai la résection de la partie inférieure de l'humérus, au-dessus des saillies épicondyliennes, au moyen des deux incisions latérales

conseillées par Ollier, puis je procédai à l'extraction de l'ostéome du brachial antérieur, et à l'ablation des ostéophytes postérieurs infiltrés en partie dans les fibres du triceps brachial.

La réunion eut lieu par première intention, et dès le 7 septembre je commençai les manœuvres de mobilisation.

Une radiographie faite le 17 octobre 1899 (fig. 382) indique que l'extrémité



Fig. 381.



Fig. 382.

inférieure de l'humérus est engainée par une sorte de manchon osseux d'origine périostique.

Deux nouvelles épreuves obtenues le 19 mars 1900 (fig. 383 et 384) permettent de constater que les productions osseuses précitées sont moins exubérantes et se sont en quelque sorte tassées : le radius se trouve dans le prolongement de



Fig. 383.

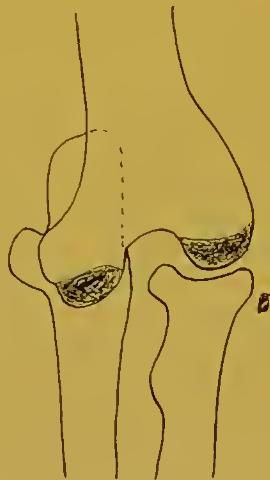


Fig. 384.

l'humérus et il y a tendance à la reconstitution d'un condyle, d'une trochlée et d'une épitrochlée.

A ce moment l'extension volontaire arrive à 160° et la flexion à 50° environ : la pronation et la supination se font normalement. Le membre reprend de plus en plus de force, et le blessé peut porter, pendant plusieurs secondes, un poids de 5 kilogrammes, à bras tendu.

Les deux observations précédentes qui ont déjà fait l'objet d'un travail spécial paru dans la *Revue d'Orthopédie*, en 1900, sont intéressantes au point de vue qui nous occupe plus particulièrement en ce moment, parce qu'elles nous montrent que dans les luxations anciennes, la gêne des mouvements et l'irréductibilité sont dues en grande partie au développement d'ostéomes musculaires, et de périarthrite ossifiante capsulo-périostique, lésions décelables par la radiographie.

La pathogénie des ostéomes qui se forment dans les muscles entourant les articulations traumatisées, de même que le développement des noyaux d'ossification qui ont pour point de départ l'arrachement des points d'insertion de la capsule et des ligaments, devant être étudiée ultérieurement, nous n'y insisterons pas en ce moment.

Que faire lorsqu'on se trouve en présence de cas analogues à ceux que nous venons de rapporter? Tenter d'assouplir l'articulation brisée, par le massage et la mobilisation ?

Ces manœuvres nous ont donné un insuccès notoire chez notre première malade. La réduction par les méthodes de force ne nous semble pas non plus devoir être conseillée, puisqu'elle a échoué dans la seconde observation.

Peut-on se borner à enlever l'ostéome principal, et tenter ensuite la réduction de la luxation ? Nous avons essayé de restreindre dans ces limites l'intervention opératoire, dans l'un de nos cas, et le résultat n'a pas répondu à notre attente.

La résection seule nous paraît de mise dans la circonstance, et pour éviter la raideur ultérieure de l'articulation, au lieu de se borner à une résection semi-articulaire portant sur l'extrémité inférieure de l'humérus, comme nous l'avons fait, nous estimons avec Lucas-Championnière qu'il faut pratiquer la résection totale des surfaces articulaires humérale et cubitale, en respectant seulement la tête radiale.

c) Subluxations anciennes des deux os de l'avant-bras en arrière, accompagnées de fractures. — Dans les cas de ce genre, en plus des lésions d'ostéomes musculaires et de périarthrites capsulo-périostique ossifiante, nous avons constaté l'existence de fractures portant sur l'un ou sur l'autre des os prenant part à la constitution de l'articulation du coude.

Obs. I. — D..., capitaine d'Infanterie, fait une chute de cheval sur le coude droit, le 29 janvier 1901. Le 14 mai suivant, au moment où nous examinons le blessé, le coude est immobilisé à angle obtus ; les différents mouvements de l'articulation sont presque nuls. L'étude des radiographies que nous prenons, dans les sens externe-interne et antéro-postérieur, indique le développement d'un ostéome dans le muscle brachial antérieur, l'ossification partielle des ligaments latéraux interne et externe, un certain degré d'ossification périostique et l'existence d'une ancienne fracture du bec de l'olécrâne accompagnant une subluxation du radius et du cubitus en arrière (fig. 385 et 386).

Obs. II. — Mlle C..., dix-sept ans, est tombée sur le coude gauche, vers l'âge de onze ans, en patinant. Soumise à notre examen, le 11 mai 1901, nous consta-

tons une limitation notable des mouvements de flexion et d'extension, avec intégrité de la pronation et de la supination. Les radiographies (fig. 387 et 388) permettent de constater l'existence d'une subluxation des deux os de l'avant-



Fig. 385.



Fig. 386.

bras en arrière, accompagnée de quelques ossifications capsulaires en avant et du côté externe de l'articulation. L'extrémité inférieure de l'humérus est



Fig. 387.



Fig. 388.

déformée, de même que la cupule du radius ; on ne voit pas l'apophyse coronoïde du cubitus qui a dû être fracturée, pour permettre à la subluxation de s'établir. Les nouvelles surfaces articulaires se sont adaptées, tant bien que mal, par l'usage du membre.

Obs. III. — G..., 87e de ligne, ordonnance, fait une chute avec son cheval, le 16 octobre 1901 ; tenant les rênes de la main droite, il tombe le bras droit fléchi sur la poitrine. Lorsque nous le radiographions, le 21 décembre 1901, le coude est immobilisé en extension presque complète, et on ne peut lui communiquer que des mouvements passifs insignifiants ; l'avant-bras fixé en position intermédiaire a perdu tout mouvement de pronation et de supination. Les mouvements du poignet sont normaux. La radiographie (fig. 389) montre, en outre d'une fracture du quart inférieur du radius, une fracture comminutive de

l'apophyse coronoïde, et une subluxation en arrière de l'extrémité supérieure du radius et du cubitus.

Les ossifications périarticulaires que l'on rencontre dans ces subluxations anciennes ont la même origine que celles qui se développent après les luxations totales.

Le traitement par la résection s'impose également dans ces cas.

d) Luxation en haut et en avant de la tête du radius accompagnant une fracture de la diaphyse du cubitus. — Nous avons étudié la pathogénie et le traitement de ces lésions dans le *Marseille-médical*, le 15 août 1903. Elles tirent une partie de leur intérêt de leur rareté, puisque Hamilton, dans son *Traité des fractures et luxations* n'en rapporte que 12 cas, et ultérieurement Rieffel, dans l'article « Fractures » du *Traité de chirurgie* de Ledentu et Delbet, dit qu'il n'en existe qu'une vingtaine d'observations publiées.

La luxation de la tête radiale est assez facilement méconnue, quand on n'a pas recours à la radiographie ; toute l'attention se porte sur la fracture du cubitus, et après consolidation de cette dernière, le fonctionnement du membre peut se trouver gravement compromis, par le déplacement persistant de la tête radiale.

Obs. I. — N..., 1re Compagnie de cavaliers de remonte, reçoit un coup de pied de cheval, à la face postérieure de l'avant-bras droit, le 2 février 1899 ; il



Fig. 389.



Fig. 390.

existe une petite plaie cutanée communiquant avec le foyer de fracture du cubitus. Le blessé entre le jour même à l'hôpital du Val-de-Grâce ; je diagnostique sans difficulté une fracture du cubitus et une luxation en avant de la tête du radius. Toutefois, pour avoir des notions précises sur la situation des extrémités osseuses, je prends immédiatement une radiographie externe-interne du coude. Je constate (fig. 390) que le fragment supérieur du cubitus est fléchi, et occupe une situation antérieure, par rapport au fragment inférieur ; la tête du radius est déplacée en avant et au-dessus du condyle, venant buter contre la face antérieure de l'humérus.

Immédiatement je débride la petite plaie de la face postérieure de l'avant-bras et écouvillonne avec des tampons au sublimé la partie accessible du foyer traumatique ; puis je fais exercer par un aide une traction sur l'avant-bras ramené progressivement en extension, pendant qu'avec les deux mains je pratique la coaptation des fragments du cubitus et la réduction de la luxation du radius. La remise en place des extrémités osseuses fut relativement facile. J'appliquai alors un pansement sur la plaie de l'avant-bras, puis immobilisai le coude en extension, au moyen d'une gouttière plâtrée antérieure. Au bout de quelques jours, l'appareil fut enlevé ; je commençai la mobilisation de l'articulation et plaçai le coude à angle droit dans une écharpe.

L'étude des mouvements de la jointure, et l'examen des nouvelles radiographies prises le 7 avril, puis le 3 juillet, montrèrent que la tête radiale était bien en place, mais que la coaptation des fragments du cubitus n'était pas complète, le fragment inférieur se trouvant légèrement déplacé en avant et en dehors (fig. 391 et 392). L'articulation du coude avait repris l'intégrité de ses fonctions.

Obs. II. — M..., soldat au 111e de ligne, fit, le 18 avril 1903, une chute de sa hauteur ; il marchait sac au dos et le pied manqua le bord du trottoir. Le blessé



Fig. 391.



Fig. 392.

ne sait pas s'il est tombé sur la face postérieure de l'avant-bras fléchi, ou sur la main, le membre supérieur étant en extension.

Dans la soirée il entra à l'hôpital militaire de Marseille.

Le lendemain, je fais les constatations suivantes : l'avant-bras présente une certaine inclinaison en dehors et se trouve fixé en demi-pronation ; les muscles de la région externe de l'avant-bras font une forte saillie, au niveau de leur partie supérieure. Autre saillie, à la face postérieure de l'avant-bras, vers le quart supérieur ; cette dernière est à angle plus aigu que la précédente. L'épicondyle, l'olécrâne et l'épitrochlée ont conservé leur situation respective. On sent la cupule du radius débordant l'épicondyle en dehors et en avant. En explorant le cubitus, on constate qu'il est fracturé à 10 centimètres au-dessous de l'olécrâne et que l'extrémité inférieure du fragment supérieur fait une certaine saillie sous la peau qui est intacte ; l'extrémité supérieure du fragment inférieur projetée en avant et en dehors, délimite avec le fragment supérieur un angle à sinus interne.

Je prends immédiatement deux radiographies, l'une externe-interne, l'autre

antéro-postérieure (fig. 393 et 394); leur examen confirme de tout point l'exactitude du diagnostic clinique.

Je procède alors à la réduction, en pratiquant l'extension sur la main, le coude étant en rectitude. Je sens les fragments cubitaux glisser l'un sur l'autre et se remettre en place; pressant à ce moment avec le pouce sur la tête radiale, tout en maintenant l'extension de l'avant-bras avec l'autre main, je perçois bientôt un claquement net indiquant que la reposition est effectuée. Le coude est immobilisé à angle droit dans une gouttière plâtrée postérieure, et pendant que le plâtre sèche, je continue l'extension sur la main et une légère pression au niveau de la face externe de la tête radiale.

Au douzième jour j'enlève l'appareil et constate que la tête radiale est bien restée en place; je communique quelques mouvements passifs de flexion et d'extension à l'articulation, puis remets le membre dans sa gouttière.

Pendant une quinzaine de jours, on pratique des séances quotidiennes de massage et de mobilisation, et un mois après l'accident on supprime complète-



Fig. 393.



Fig. 394.

ment la gouttière, laissant au membre sa liberté. Le coude a repris la totalité de ses mouvements, dans les premiers jours de juin, malgré une atrophie de 4 centimètres du bras, et de 1 centimètre de l'avant-bras.

Le 10 juin, le blessé nous fait remarquer l'existence d'une chute du poignet gauche qu'il a constatée, il y a quatre ou cinq jours; il ne peut relever le poignet, ni étendre les doigts.

Le fait que les muscles radiaux sont moins atteints que les autres extenseurs, semble indiquer qu'il y a eu une lésion de la branche postérieure du radial, au moment où elle contourne le col du radius, en s'engageant à travers le court supinateur. Il s'agit probablement d'une lésion par contusion et élongation du nerf produite par la luxation de la tête radiale; elle a échappé à l'attention au début, l'examen portant surtout sur l'articulation du coude. La paralysie étant incomplète a disparu rapidement, sous l'influence du massage et de l'électrisation.

Obs. III. — F..., cavalier au 9[e] hussards, était monté, le 7 septembre 1901, sur un cheval qui s'emballa. Se voyant sur le point d'être projeté contre un arbre, il leva le bras droit, pour protéger sa tête; ce fut la partie moyenne et postérieure de l'avant-bras fléchi qui frappa contre l'obstacle.

Transporté immédiatement à l'hôpital, on constata la présence d'une fracture sous-cutanée de la partie moyenne du cubitus, que l'on immobilisa au

moyen d'un appareil à attelles. Ce ne fut que quarante-deux jours plus tard, que l'on s'aperçut qu'il existait une luxation de la tête du radius.

Le blessé entre dans notre service à l'hôpital de Marseille, le 2 mars 1902.

L'avant-bras peut s'étendre presque complètement sur le bras, mais la flexion du coude ne dépasse pas l'angle droit; les mouvements de pronation et de supination sont limités notablement. Le coude, pendant l'extension, est en léger valgus, mais ne présente pas de flexibilité latérale. Les mouvements du poignet et de la main s'exécutent normalement.

Les radiographies faites le 5 mars 1902 (fig. 395 et 396) montrent que les deux fragments du cubitus se sont soudés, en formant un angle obtus à sinus postérieur et interne. Au-dessus de la tête du radius luxée en avant et en dehors, se voit une masse d'ossification, en forme de croissant, constituée pro-



Fig. 395.

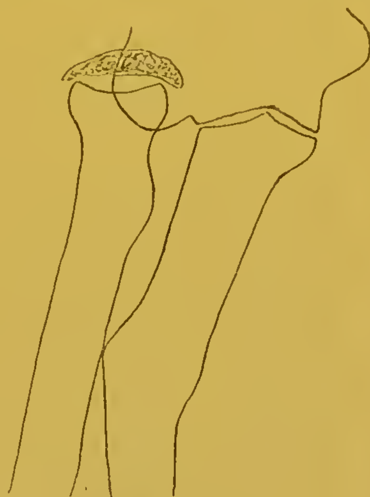


Fig. 396.

bablement aux dépens des tissus fibro-périostiques déchirés et refoulés vers le haut par la cupule radiale.

On tente par le massage, la mobilisation et l'électrisation, d'assouplir l'articulation et de rendre aux muscles atrophiés leur volume et leur force, mais on n'obtient pas de résultat appréciable. Le blessé est envoyé en convalescence.

Le 24 juin 1902, il rentre à l'hôpital, toujours sensiblement dans le même état. Il existe de l'atrophie des muscles du membre supérieur droit : les circonférences comparées des bras à leur partie moyenne, et des avant-bras à leur extrémité supérieure, montrent une différence de 4 centimètres en moins pour le bras droit et de 2 centimètres pour l'avant-bras. La force développée par la main gauche à la pression est un peu supérieure à celle de la droite.

L'avant-bras droit présente un raccourcissement de 15 millimètres.

Le 27 juin, sous le chloroforme, je tente sans succès d'obtenir la réduction par des manœuvres manuelles, et mets immédiatement à exécution le plan opératoire que je m'étais tracé d'avance en prévision de cet échec.

Une incision verticale est faite sur la face postérieure de l'avant-bras, au niveau du col du cubitus qui est bien découvert, puis sectionné avec le ciseau et le marteau. La solution de continuité du cubitus étant rétablie, je cherche à nouveau, au moyen de tractions et de pressions variées, à ramener la tête radiale en place; je n'obtiens aucun résultat.

Je pratique alors une nouvelle incision partant de l'épicondyle et se prolongeant de 4 à 5 centimètres vers le bas. Passant à travers les insertions des muscles épicondyliens, j'ouvre la capsule articulaire et mets à nu le condyle

huméral, j'introduis dans la plaie une rugine à bout convexe et mousse, pour tenter la réduction par le mécanisme du levier : prenant point d'appui sur le condyle, je cherche avec l'extrémité de l'instrument à repousser la tête radiale en bas, de façon à pouvoir l'amener sous le condyle. Pendant les mouvements d'abaissement, j'ai la sensation de craquements et de déchirures de brides fibreuses encapsulant et maintenant la tête radiale dans sa position anormale. Il n'est pas possible de replacer la cupule radiale exactement en bonne situation ; cependant on peut, après ces manœuvres, fléchir le coude à angle aigu. C'est dans cette position qu'il est placé pour faire les sutures et le pansement, et on l'y maintient au moyen d'une gouttière plâtrée postérieure.

Le 12 juillet, j'enlève les fils de suture, et constate que les plaies opératoires sont cicatrisées. Après avoir pratiqué quelques mouvements, je replace le membre dans la gouttière.

Jusqu'au 1er août on s'était contenté de sortir de temps en temps le membre de l'appareil, et de faire quelques tentatives prudentes de mobilisation. A partir



Fig. 397.

de ce jour, l'appareil est supprimé et l'on pratique des séances quotidiennes de massage et de mouvements. On note à ce moment que l'extension communiquée à l'articulation n'est pas tout à fait complète, mais que la flexion dépasse l'angle droit.

Vers le 15 août, le mouvement de flexion se limitant de plus en plus et ne dépassant pas l'angle droit, il n'y a plus aucun doute sur la reproduction de la luxation ; le cubitus de son côté s'est à nouveau consolidé en flexion angulaire.

Un nouveau plan opératoire est mis à exécution : sous le chloroforme, le 27 août, j'incise les téguments au niveau de la branche externe du V du pli du coude ; je pénètre entre les muscles épicondyliens antérieurs et le brachial antérieur, isolant le nerf radial qu'un aide récline en dehors avec un écarteur, en même temps que le muscle long supinateur et les radiaux. On sent, dans le fond de la plaie, la tête du radius séparée du doigt par quelques fibres musculaires appartenant au brachial antérieur, et recouverte d'une sorte de capsule fibreuse néoformée. Après section verticale de ces tissus au bistouri, on arrive sur le radius dont on dégage la tête et le col, à la rugine, puis on le coupe, avec le ciseau et le marteau, à 2 centimètres au-dessous du plateau articulaire. L'os fracturé par un mouvement de bascule du ciseau, il reste une arête postérieure qui est abrasée avec la pince-gouge. On enlève ensuite à la rugine un petit ostéome développé dans les fibres du brachial antérieur, adhérant à l'humérus et s'articulant avec la cupule radiale. L'extrémité supérieure du radius décapité continue à faire saillie en avant. J'incise les débris fibreux capsulaires qui se trouvaient en arrière d'elle et découvre largement le condyle : malgré cela, le radius continue à rester surélevé en avant et ne vient au contact du condyle que sous la pression du doigt, pour remonter dès que l'on cesse cette

pression : il se produit un mouvement en touche de piano qui se passe dans l'articulation du poignet. Après la résection de la tête radiale, je puis constater que la flexion du coude à angle aigu est possible : je borne là l'opération et ne touche pas au cubitus consolidé angulairement. La plaie est suturée, puis le pansement est appliqué, maintenant le coude en extension.

Les suites opératoires sont normales, et dès le huitième jour on commence la mobilisation passive de l'articulation, que l'on pratique soit avec les mains, soit avec des tubes en caoutchouc, ou l'appareil à rochet de Mathieu. Le massage, les bains, les douches, l'électricité, les mouvements actifs forment le complément naturel du traitement.

Malgré ce traitement long et fastidieux pour le chirurgien et douloureux pour le malade, nous avons eu le regret de constater que le coude n'avait pas repris l'intégrité de ses mouvements et de sa force.

Voici en effet le libellé des certificats établis, à la fin de novembre 1902, en vue de faire obtenir au blessé une pension de retraite : les mouvements actifs de l'avant-bras sur le bras sont assez limités ; la flexion ne dépasse pas 90°, et l'extension 120° degrés environ ; les mouvements de pronation et de supination sont réduits à la moitié de leur amplitude physiologique. Mais hâtons-nous d'ajouter que les mouvements passifs de flexion, d'extension, de pronation et de supination peuvent se faire dans les limites presque normales, ce qui permettrait de poser un pronostic ultérieur plus satisfaisant, si une radiographie exécutée à cette époque (fig. 397) ne nous avait permis de constater que le segment supérieur du radius qui avait été réséqué, était en train de se régénérer.

Le peu d'étendue des mouvements volontaires paraissait tenir, en grande partie, à la faiblesse musculaire du membre : la circonférence du bras présentait une diminution de 4, 5 centimètres et celle de l'avant-bras était réduite de 2 centimètres. Au dynamomètre, la main gauche donnait 53° et la main droite 20°.

Obs. IV. — D.... sous-officier, reçut, le 3 février 1898, un coup de pied d'un cheval qu'il faisait sauter au manège ; il avait le bras levé, et le coup porta sur la face postérieure de l'avant-bras droit.

Il fut envoyé immédiatement à l'hôpital, où la luxation de la tête du radius

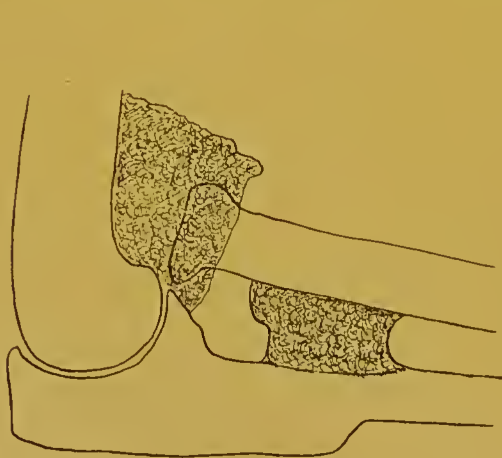


Fig. 398.



Fig. 399.

semble avoir été méconnue ; on se borna à immobiliser le membre dans une gouttière plâtrée. Une ankylose presque complète du coude se produisit, et le blessé fut proposé pour une pension de retraite.

Il entre à l'hôpital du Val-de-Grâce, dans le courant de janvier 1899, et c'est à ce moment que nous le radiographions (fig. 398 et 399). Il existe une synostose entre le radius et le cubitus, au niveau du foyer de fracture de ce dernier os : la tête du radius luxée en avant et au-dessus du condyle de l'humérus est noyée dans un bloc de néoformation osseuse. On peut produire de très faibles mouvements de flexion et d'extension dans l'articulation du coude qui est fixée à angle légèrement obtus ; les mouvements de pronation et de supination ont totalement disparu.

Le sujet refuse l'opération qui lui est proposée et quitte l'hôpital.

Obs. V. — S..., vingt-un ans, jeune soldat, raconte qu'à l'âge de quatre ans, il a fait une chute de sa hauteur sur l'avant-bras droit et le poignet gauche. Il fut traité par un rebouteur, et les deux membres supérieurs, longtemps impotents, reprirent progressivement leurs mouvements. Il est actuellement employé dans un magasin de nouveautés.

Nous constatons, le 10 novembre 1902, que tous les mouvements du coude droit, flexion, extension, pronation et supination se font très bien. Il n'y a pas

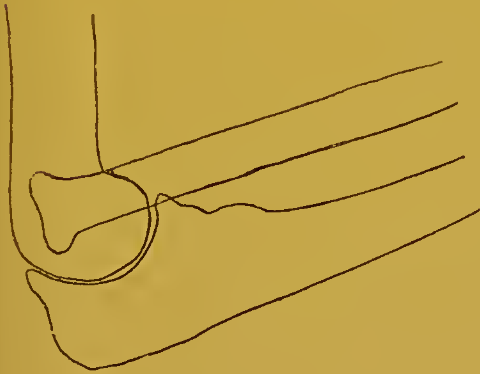


Fig. 400.

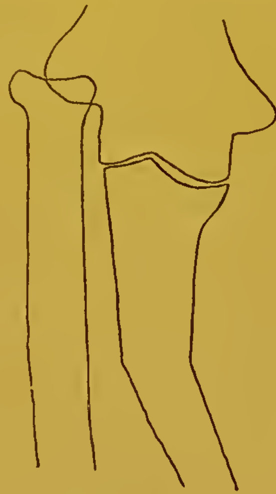


Fig. 401.

de craquements articulaires, ni d'atrophie musculaire. L'avant-bras droit est légèrement raccourci. Dans la flexion du coude, la tête du radius vient se placer en dehors de l'extrémité inférieure de l'humérus, où elle fait une saillie appréciable.

Les deux radiographies que nous avons prises (fig. 400 et 401) nous montrent que la luxation de la tête radiale a amené une atrophie du condyle de l'humérus ; la diaphyse du cubitus s'est incurvée en arrière et en dehors, pour adapter sa longueur à celle du radius.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DE LA LUXATION DE LA TÊTE DU RADIUS ACCOMPAGNANT LA FRACTURE DE LA DIAPHYSE DU CUBITUS

Dans quatre de nos observations, la notion étiologique est nette : il y a eu choc sur la face postérieure de l'avant-bras placé en demi-flexion et probablement en pronation. Qu'en est-il résulté ? Tout d'abord la diaphyse du cubitus s'est fracturée, puis la violence traumatique continuant son effort l'extrémité supérieure du radius s'est luxée.

Cette conséquence du traumatisme semble assez facile à comprendre. Rappelons-nous, en effet, que le squelette de l'avant-bras est constitué par deux poutres parallèles et rendues solidaires l'une de l'autre par le ligament interosseux, le cubitus et le radius ; le premier sous-cutané et par conséquent prédisposé à se rompre, en cas de choc direct sur sa crête postérieure ; le second profond et séparé du précédent par un matelas musculaire épais et élastique qui dissémine la violence sur une certaine étendue, au lieu de la concentrer sur un point. Grâce à cette disposition, le radius ne se rompt point comme le cubitus, au point d'application de la force ; il résiste, se laisse refouler, et déchire ses attaches ligamenteuses supérieures ; il se produit en un mot une luxation radiale antérieure ou antéro-latérale.

La position des fragments du cubitus, telle que nous l'indique la radiographie, est bien en rapport avec le mécanisme pathogénique sus-indiqué. La fracture du type transversal, ou légèrement oblique, présente quelquefois trois fragments, comme cela se voit dans l'un des types de fractures par cause directe, établis par Messerer (obs. III) ; la solution de continuité siège généralement vers l'union du tiers supérieur et des deux tiers inférieurs du cubitus. Dans un cas, le fragment supérieur s'est déplacé en avant (obs. I), chevauchant assez notablement l'inférieur ; dans deux cas (obs. II et IV), les deux fragments restés bout à bout réalisent un simple déplacement angulaire.

En plus du déplacement antéro-postérieur par chevauchement ou angulation, il existe constamment une translation de l'extrémité supérieure du fragment inférieur vers le radius, qui rapproche ou amène au contact les deux os, d'où le développement consécutif possible d'une synostose cubito-radiale (obs. IV) ; le fragment supérieur qui, lui, se trouve fixé à l'humérus par sa grande cavité sigmoïde et ses ligaments, ne subit pas d'inclinaison latérale.

C'est grâce au déplacement par chevauchement ou angulation des fragments cubitaux que la luxation de la tête radiale peut se produire, sans qu'il y ait de lésion du côté de l'articulation radio-cubitale inférieure, comme le fait s'observe dans les luxations isolées de la tête radiale, sans fracture du cubitus où l'on voit la main inclinée en dehors, et la tête cubitale saillante sous les téguments internes du poignet.

Le degré d'ascension de la tête radiale sur le condyle huméral est en rapport avec le degré d'angulation ou de chevauchement des fragments cubitaux; plus celui-ci est prononcé, plus la tête se trouve haute (obs. I).

En se déplaçant, l'extrémité supérieure du radius exerce fatalement des tiraillements sur la branche postérieure du nerf radial, d'où paralysie des muscles innervés par ce nerf (obs. II). Pourquoi les troubles du côté du nerf radial ne sont-ils pas constants, ou du moins en rapport avec le degré d'ascension de la tête radiale ? Nous devons confesser notre ignorance à cet égard ; il en est ici comme pour les paralysies du circonflexe, consécutives aux luxations de la tête de l'humérus, qui n'accompagnent pas toujours

les déplacements les plus étendus. Pour expliquer cette variabilité, il faut sans doute faire intervenir des dispositions anatomiques individuelles, provenant de la plus ou moins grande élasticité du nerf, soit de la facilité avec laquelle il peut se dégager de sa coulisse de passage.

La tête radiale déplacée en avant et un peu en dehors de l'extrémité inférieure de l'humérus vient buter contre cette partie osseuse, lorsque la réduction n'est pas pratiquée, et limite à l'angle droit le mouvement de flexion du coude. D'autre part, comme elle a entraîné avec elle des débris ligamenteux, et qu'elle contusionne incessamment les fibres musculaires qui tapissent la face antérieure de l'humérus, on comprend facilement la production d'ostéomes d'origine fibreuse ou musculaire, lorsque la tête reste longtemps dans cette situation anormale (obs. III et IV). Si la lésion se produit chez un jeune enfant, les mouvements du coude peuvent se rétablir à la longue, comme le fait s'est observé chez un de nos malades (obs. V); le condyle de l'humérus a subi un arrêt de développement proportionnel au degré de déplacement de la tête radiale, et la flexion du coude à l'angle aigu est restée possible; il persiste toutefois un certain raccourcissement de l'avant-bras tenant à la consolidation angulaire du cubitus.

La connaissance des notions pathogéniques et anatomo-cliniques ci-dessus exposées, permet de déduire le traitement rationnel de la lésion.

Il faut bien savoir que c'est la fracture du cubitus qui joue le rôle principal; c'est elle qui permet, à la faveur d'un raccourcissement par angulation ou par chevauchement de la poutre cubitale, le déplacement en haut, en avant et un peu en dehors, de l'extrémité supérieure de la poutre radiale.

En cas de traumatisme récent, il faudra par conséquent exercer des tractions suivant l'axe de l'avant-bras, pour rendre au cubitus sa longueur normale, en ramenant les deux fragments bout à bout, et en même temps pratiquer des pressions directes d'avant en arrière, de dehors en dedans et de haut en bas sur la tête radiale, pour amener sa reposition.

Fera-t-on les tractions l'avant-bras étant en extension sur le bras, ou en flexion à angle droit? Nous avons obtenu un bon résultat par les deux procédés (obs. I et II); mais nous estimons que, lorsque le sujet est fortement musclé, il est préférable d'exercer les tractions, l'avant-bras étant placé à angle droit, pour annihiler l'action opposante du biceps.

La réduction obtenue, faut-il, pour la maintenir, immobiliser le coude en extension ou en flexion dans la gouttière plâtrée? Nous avons utilisé le premier mode (obs. I) et le second également (obs. II), et nous conseillons de préférence ce dernier, car, le biceps étant ainsi moins tendu, la tête radiale a moins de chance de se déplacer à nouveau, les raideurs articulaires sont moins à craindre, l'immobilisation peut être prolongée plus longtemps, jusqu'à ce que le cubitus ait eu la facilité de réaliser une ébauche de consolidation, et le blessé peut se lever et marcher, l'avant-bras soutenu par une écharpe.

Si la lésion est déjà ancienne et la consolidation du cubitus effectuée, que faut-il faire? Deux conduites peuvent être adoptées : ou bien l'on se contentera d'assouplir l'articulation du coude par la mobilisation et le massage, et

l'on obtiendra ainsi d'excellents résultats dans certains cas, surtout chez les enfants (obs. V); ou bien on pratiquera une intervention sanglante.

Celle-ci devra, tout d'abord, se proposer de rendre au cubitus sa longueur et sa direction normale, en sectionnant avec le ciseau et le marteau, le cal, au niveau de l'ancien foyer de fracture. Alors seulement on pourra tenter la réduction de la tête radiale, soit par manœuvres externes, soit après arthrotomie. On y arrivera plus ou moins facilement, mais il faudra craindre la reproduction du déplacement ultérieur de cette tête radiale, sollicitée à se luxer en avant et en haut, par les rétractions fibreuses et musculaires qui se sont produites avec le temps, privée qu'elle est de son point d'attache normal au cubitus, le ligament annulaire. C'est ainsi que les choses se sont passées chez un de nos malades (obs. III).

C'est pour prévenir cette luxation secondaire que Delorme (Société de chirurgie de Paris, 9 juillet 1902) eut l'idée de remplacer le ligament annulaire détruit par une anse de fil métallique enserrant le col du radius et se fixant au cubitus. Le succès ne couronna pas sa tentative, mais le principe de son opération est rationnel, et elle mérite d'être renouvelée à l'occasion. Si l'on veut faire plus simple, et se contenter de rendre au coude la fonction, négligeant le rétablissement de la forme et de la longueur de l'avant-bras, on se bornera tout bonnement à réséquer la tête du radius, sans toucher au cubitus ; mais dans ce cas il faudra prendre soin d'exciser attentivement, au niveau du champ opératoire, tout le périoste et les tissus fibreux, pour éviter une reproduction de l'os (obs. III).

Comment se comporter, quand on se trouve en présence d'un cas analogue à celui de notre observation IV ? Le cubitus est raccourci et consolidé vicieusement ; il est uni au radius par une travée osseuse résistante ; la tête radiale est noyée dans une coque osseuse de néoformation. Il faut simplement croyons-nous dans cette situation, renoncer à la solution élégante et se contenter de la solution pratique. On ne cherchera pas à rendre à l'avant-bras sa longueur, en sectionnant le cal du cubitus ; on ne tentera pas de rétablir les mouvements de pronation et de supination, ce qui nécessiterait la résection de la travée osseuse unissant le radius et le cubitus, et ne pourrait se faire sans certains délabrements étendus ; on se contentera de rendre au coude ses mouvements de flexion et d'extension, en réséquant largement la tête radiale et la coque de néo-ossification qui l'entoure.

Ajoutons que, quelque soit l'âge de la luxation et quelque soit le traitement appliqué, il faudra insister pendant longtemps sur le massage, la mobilisation, l'électrisation et l'hydrothérapie, avant de conclure que le maximum de récupération fonctionnelle est obtenu.

4° **Entorses de l'articulation du coude.** — Il est bien évident que, pour le diagnostic de l'entorse articulaire simple, la radiographie ne nous sera d'aucune utilité ; elle est incapable de nous montrer les déchirures plus ou moins étendues des ligaments, de la capsule ou de la synoviale, qui sont les caractéristiques de ce genre de traumatisme. La radiographie ne pourra nous ren-

soigner que dans les cas où il y aura un arrachement des points osseux d'implantation des ligaments, ou lorsque des ligaments importants étant complètement rompus, les surfaces articulaires ne sont plus maintenues en contact permanent, sont atteintes de diastasis.

L'emploi des rayons de Roentgen retouvera son importance pour l'étude des lésions consécutives aux entorses articulaires ou péri-articulaires anciennes, en nous décelant la présence de néo-productions osseuses diverses qui jouent un rôle dans le développement des raideurs articulaires.

a) Entorses articulaires ayant entraîné du diastasis. — Nous en avons observé un seul cas, dans lequel la rupture des ligaments latéraux externes huméro-radiaux, s'accompagnait d'une fracture de l'apophyse coronoïde du cubitus.

Obs. I. — D..., 38ᵉ d'artillerie. Le 3 décembre 1901, en descendant un escalier, il manque la rampe, et lance le bras droit en avant, pour chercher à se retenir. L'avant-bras engagé entre deux barreaux se renverse en arrière, en

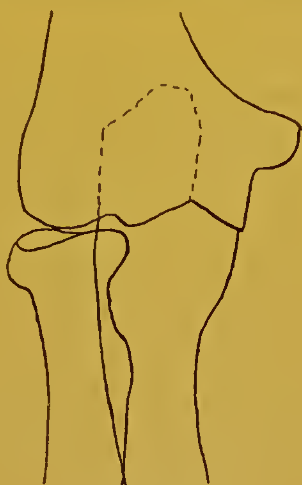


Fig. 402.



Fig. 403.

hyperextension, tandis que le corps continue son mouvement d'impulsion en avant.

Le 26 octobre 1902, le blessé est envoyé en observation à l'hôpital militaire de Marseille. Il a été proposé pour la réforme, avec le diagnostic : ankylose du bras droit en extension, suite de fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus.

A l'examen nous constatons que le membre supérieur droit est en cubitus varus, l'avant-bras délimitant avec le bras un léger angle obtus, à sinus interne.

On produit, au niveau du coude, un mouvement anormal de flexion latérale interne très accentué ; la flexion externe n'est pas possible. Dans le plan antéro-postérieur la flexion active atteint 150° environ et la flexion passive arrive presque à l'angle droit. Les mouvements sont douloureux et provoquent des craquements articulaires.

Il semble exister surtout du diastasis de l'articulation huméro-radio-cubitale, par suite de la rupture des ligaments huméro-radiaux et de l'arrachement de l'apophyse coronoïde du cubitus ; on sent cette dernière saillante à la face antérieure du coude.

Lorsqu'on place le membre supérieur en abduction, la région antérieure du coude regardant en haut, l'aspect est normal. Place-t-on au contraire le bord cubital en bas, immédiatement le coude se déforme en varus, par suite de la production du diastasis radio-huméral : la tête du radius se subluxe en dehors et en arrière, et le bec de l'olécrâne s'incline en dehors, subissant également une légère ascension, par rapport aux saillies de l'épicondyle et de l'épitrochlée.

Il n'y a pas d'atrophie notable des muscles du bras et de l'avant-bras.

L'étude des radiographies que nous prenons le 28 octobre, confirme en tout point les données cliniques précédentes. Sur l'image antéro-postérieure (fig. 402), on ne voit rien d'anormal ; tandis que sur l'épreuve externe-interne, on constate la disparition du sommet de l'apophyse coronoïde et la subluxation des deux os de l'avant-bras en arrière (fig. 403).

b) Entorses articulaires et péri-arthrites capsulaires ossifiantes consécutives. — Le coude est un des lieux d'élection des péri-arthrites capsulaires ossifiantes consécutives aux entorses.

Les observations que nous allons rapporter peuvent se diviser en deux groupes : dans le premier la périarthrite capsulaire ossifiante existe seule ; dans le second, elle est associée à diverses autres lésions décelables par la radiographie.

Obs. I. — J..., 5e escadron du train, fait une chute de cheval sur le coude gauche, le 3 janvier 1901. Il en résulte une luxation des deux os de l'avant-bras en arrière, que l'on réduit immédiatement. Le 28 janvier nous constatons une

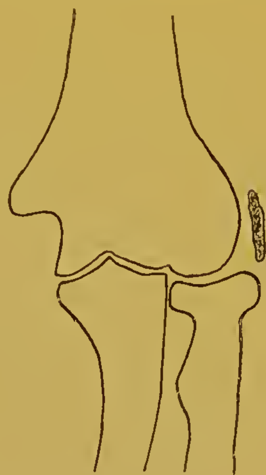


Fig. 404.



Fig. 405.

limitation dans les mouvements d'extension et surtout de flexion, et la radiographie nous montre (fig. 404) une ossification de la plus grande partie du ligament latéral externe de l'articulation du coude.

Obs. II. — H..., 1er cuirassiers, tombe de cheval, le 14 décembre 1899 : il en résulte une luxation du coude en haut et en arrière, réduite le lendemain sous le chloroforme. Le 24 août 1900, nous notons que l'extension du coude est incomplète et les rayons de Roentgen (fig. 405) indiquent l'existence d'un noyau d'ossification assez volumineux occupant la région du ligament latéral interne.

OBS. III. — B..., 13e d'artillerie, tombe sur le coude gauche, le 24 avril 1900, en faisant de la voltige. Il se produit consécutivement de l'hydarthrose et une certaine gêne des mouvements de l'articulation. Sur l'épreuve prise le 12 mai 1900, on constate la présence de petits fragments osseux aux côtés externe et interne de l'interligne (fig. 406).

OBS. IV. — B..., jeune garçon de six ans, a fait une chute d'un mètre de hauteur, le 14 août 1900. On a diagnostiqué une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus et prescrit des séances quotidiennes de massage. Les mouvements du coude restant limités, on nous présente le petit blessé, le



Fig. 406.



Fig. 407.

14 août 1900. Il persiste une tuméfaction dure, assez marquée, à la partie antéro-inférieure de l'humérus, elle semble être la cause qui arrête la flexion à



Fig. 408.

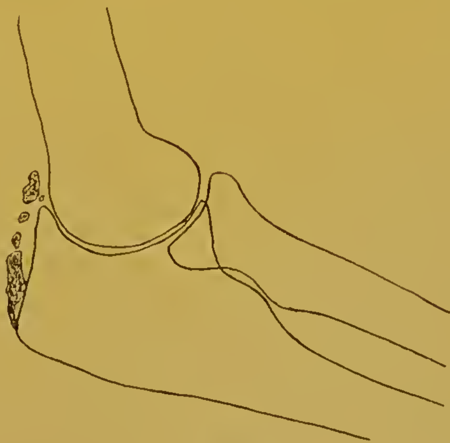


Fig. 409.

l'angle droit; l'extension se fait presque complètement, la pronation et la supination ne laissent rien à désirer.

La radiographie (fig. 407) montre, en avant de l'humérus, au-dessus du cartilage de conjugaison, un point d'ossification anormal qui doit être le résultat d'un arrachement partiel du périoste, au moment du traumatisme.

OBS. V. — D..., garde républicain. Passage d'une roue de voiture sur le

coude droit, le 22 décembre 1899. Une radiographie prise le lendemain de l'accident, indique qu'il n'existe ni luxation, ni fracture. Le blessé est revu dans la suite, le coude presque complètement immobilisé à angle obtus.

Sur une épreuve nouvelle faite à ce moment, 9 mars 1900, on constate, au niveau du ligament latéral interne (fig. 408), plusieurs noyaux d'ossification, dont un relativement volumineux qui pourrait faire songer à une ancienne fracture partielle de l'épitrochlée, si les premières radiographies n'avaient pas témoigné de l'intégrité complète de cette saillie osseuse.

Sur le cliché transversal, externe-interne, obtenu également le 9 mars, il existe, en arrière de l'olécrâne et de l'interligne articulaire, plusieurs noyaux osseux qui semblent siéger dans l'épaisseur de la partie postérieure de la capsule, plutôt que dans le tendon du triceps brachial (fig. 409).

Obs. VI. — G..., 9e hussards, fait une chute de cheval, le 28 janvier 1904, et se luxe les deux os de l'avant-bras gauche, en arrière de l'humérus. La luxation est réduite immédiatement, puis le coude est immobilisé en flexion et soumis au massage quelques jours plus tard. Le 11 février on constate l'exis-

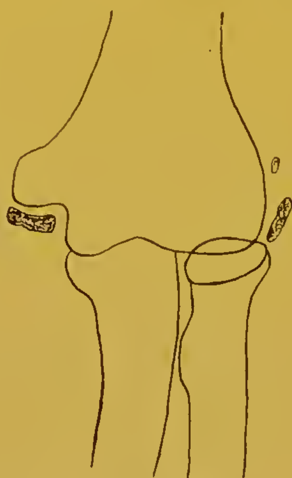


Fig. 410.



Fig. 411.

tence d'une tuméfaction dure, au niveau de l'insertion supérieure des muscles épitrochléens.

On prescrit des bains chauds et du massage, mais on restreint les séances de mobilisation, pour éviter les tiraillements musculaires qui favoriseraient peut-être le développement d'un ostéome.

Le 23 mars, les rayons de Roentgen nous montrent deux petits noyaux d'ossification dans l'épaisseur du ligament latéral externe, et un autre plus volumineux, du côté interne, sous la saillie épitrochléenne (fig. 410).

On reprend la mobilisation de l'articulation, et le 25 avril le blessé part en convalescence, avec des mouvements du coude à peu près normaux.

Obs. VII. — C..., 10e bataillon d'artillerie à pied, trébuche en descendant un escalier, le 6 mars 1902 et tombe le corps en avant, pendant que l'avant-bras gauche passé entre deux barreaux subit un violent mouvement d'hyperextension. Il en résulte une subluxation du coude en arrière qui est facilement réduite. Le blessé entre à l'hôpital le lendemain. Le coude est fortement tuméfié et présente un hématome à sa face interne ; le cul-de-sac sous-tricipital est distendu par un épanchement notable. Les différents mouvements de l'articulation sont possibles, mais douloureux ; on ne constate cliniquement aucun

signe de luxation ou de fracture, et la radiographie vient confirmer cette prévision.

Dans l'extension on peut produire un certain mouvement de flexion du coude en dehors, indiquant une rupture des ligaments latéraux internes.

Après application pendant quelques jours d'un pansement humide, le coude est immobilisé à angle droit dans une gouttière plâtrée.

Le 17 mars, on commence le massage et en mai le blessé part en convalescence.

Il rentre à l'hôpital, le 14 juin, présentant un peu de limitation des mouvements d'extension du coude.

Radiographié le 27 juin, nous remarquons sur l'image antéro-postérieure, de petits noyaux d'ossification dans les ligaments latéraux interne et externe de l'articulation (fig. 411); sur l'épreuve externe-interne, on voit deux noyaux osseux néoformés, l'un adhérant au bec de l'olécrâne, l'autre à la face postérieure sus-condylienne de l'humérus (fig. 412).

Obs. VIII. — B..., 16e régiment d'infanterie coloniale, fait une chute de cheval, sur le coude gauche, le 4 novembre 1902, en Chine, où on le traite par le massage. Rapatrié, il entre à l'hôpital de Marseille, le 25 janvier 1903. Il existe de l'empâtement de l'articulation du coude, mais aucun signe de fracture ou de

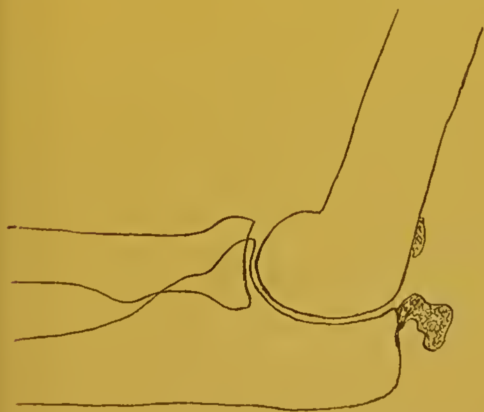


Fig. 412.

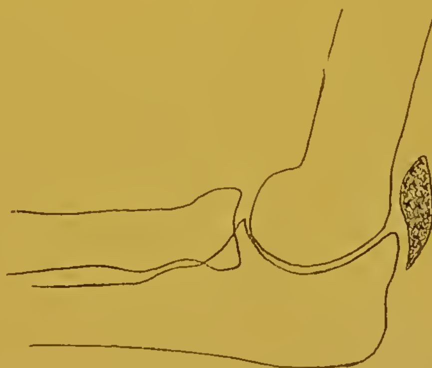


Fig. 413.

luxation. La tête radiale seule présente un léger diastasis, et on perçoit des frottements articulaires pendant les mouvements qu'on lui imprime.

La flexion passive ne dépasse pas 90°, mais l'extension arrive jusqu'à 120°; les mouvements de pronation et de supination se font normalement. Le bras gauche présente une atrophie circonférentielle de deux centimètres, et l'avant-bras de quinze millimètres.

La radiographie fait voir un noyau d'ossification, d'assez fort volume, à la région postérieure du coude, à cheval sur l'interligne humero-cubital (fig. 413).

Le 11 mars, je place le blessé sous le chloroforme, et produis l'extension et la flexion complète du coude; pendant l'exécution de ces mouvements, j'ai la sensation de rupture d'adhérences fibreuses et cartilagineuses.

Lorsque la réaction inflammatoire eut disparu, on reprit les séances de massage et de mobilisation progressives, et le 15 mai, quand le blessé quitta l'hôpital, pour aller faire une saison à Bourbon-l'Archambault, l'amplitude des mouvements du coude était revenue presque normale.

Obs. IX. — E..., sous-officier de sapeurs-pompiers, a fait, il y a plusieurs

mois, une chute sur le coude, dont les mouvements restent passablement limités.

Sur une radiographie externe-interne obtenue le 24 mai 1901, nous constatons, en avant et en arrière de l'extrémité inférieure de l'humérus, l'existence d'ossifications irrégulières formées aux dépens des segments antérieurs et pos-



Fig. 414.



Fig. 415.

térieurs de la capsule (fig. 414). Les ossifications antérieures qui sont les plus volumineuses, se traduisent, sur une épreuve antéro-postérieure, sous l'aspect de deux masses constituées par des zones concentriques d'opacité différente (fig. 415).

Obs. X. — R..., 17ᵉ régiment de chasseurs, tombe de cheval, sur la paume de la main droite, à la fin de janvier 1901. Examiné le 25 mars suivant, nous constatons de la limitation de la flexion et surtout de l'extension du coude. La radiographie ne nous montre aucune trace de la fracture de l'olécrâne qui

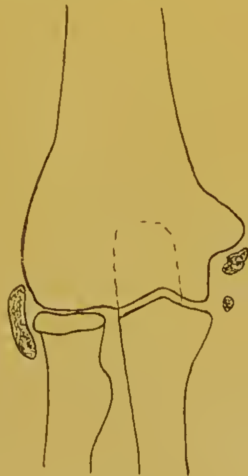


Fig. 416.

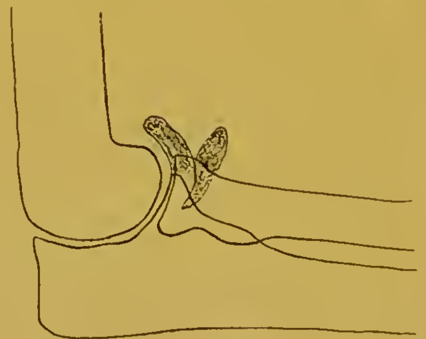


Fig. 417.

avait été diagnostiquée cliniquement, au moment de l'accident ; mais par contre, sur les deux vues antéro-postérieure et externe interne obtenues (fig. 416 et 417), nous remarquons une ossification partielle des ligaments latéraux interne et externe, du segment externe du ligament annulaire, et de la partie antérieure de la capsule articulaire.

Obs. XI. — B..., sous-officier de cavalerie, fait une chute de sa hauteur, sur la main étendue, le 14 octobre 1899. Il en résulte une entorse du coude que l'on traite par l'immobilisation et le massage. A l'époque de l'examen radiographique, le 2 juin 1900, nous notons que les mouvements de flexion et d'extension du coude sont très limités, tandis que la pronation et la supination se font



Fig. 418.

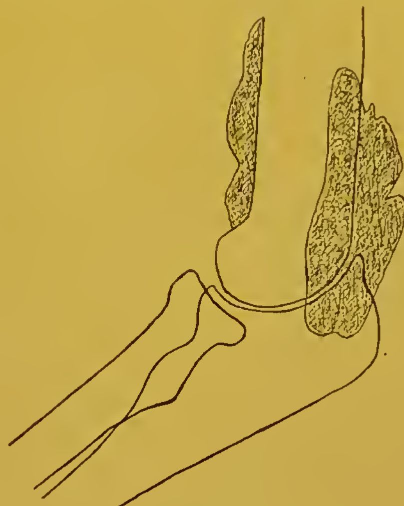


Fig. 419.

normalement. Sur les épreuves (fig. 418 et 419) on aperçoit des masses d'ossification volumineuses occupant les faces postéro-interne et antéro-externe de l'extrémité inférieure de l'humérus ; l'os nouveau remonte en avant jusqu'à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur de l'humérus. Dans ce cas l'ossifi-

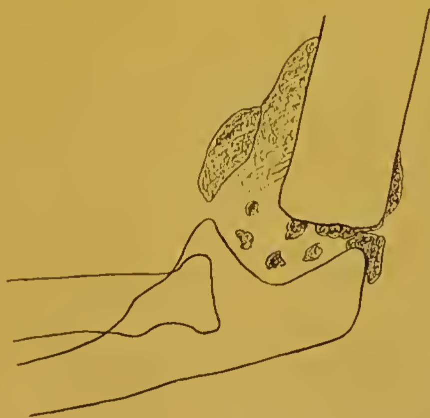


Fig. 420.



Fig. 421.

cation semble s'être développée à la fois aux dépens de la capsule articulaire et du périoste huméral.

La résection de l'extrémité inférieure de l'humérus, au-dessus des saillies épicondyliennes, est pratiquée le 8 juin 1900, par M. le professeur Nimier. On constate que les masses de néoformation osseuse sont apposées à la surface de l'humérus, empiétant par leur périphérie sur les muscles péri-articulaires et se prolongeant en bas dans la capsule et les ligaments.

Les deux radiographies prises le 31 juillet 1900, permettent de constater la production de nouvelles jetées osseuses, sur le pourtour de l'articulation (fig. 420 et 421). Au moyen de séances prolongées de massage et de mobilisation, on put néanmoins arriver à donner au coude une mobilité plus grande qu'avant l'opération, mais les mouvements restèrent toujours limités.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DE LA PÉRIARTHRITE CAPSULAIRE OSSIFIANTE

Les lésions anatomo-pathologiques portant sur le système capsulaire et ligamenteux, que l'on rencontre dans l'entorse, ne différant de celles que l'on constate dans les luxations que par leur étendue qui est généralement moindre, nous comprenons que, dans les cas d'entorses anciennes un peu sérieuses, nous retrouvions des manifestations de périarthrite capsulaire ossifiante analogues à celles qui se développent dans certains cas de luxations réduites, et surtout dans les luxations anciennes non réduites.

Delbet, dans une communication à la société anatomique de Paris (Bull. de la Société anat. 1890, t. XXXV, p. 83) a étudié la pathogénie des productions osseuses, au nombre de trois, et occupant toujours le même siège, que l'on rencontre dans les luxations anciennes du coude. Il les dénomme, ainsi que l'avait déjà fait Malgaine (Traité des fractures et luxations, t. II, p. 580), plaque antérieure, plateau rétro-épicondylien, et plateau rétro-épitrochléen.

La plaque antérieure logée dans l'épaisseur des tissus fibreux de nouvelle formation, n'a que rarement des rapports de continuité avec les os voisins, radius, cubitus ou humérus, tandis que les deux plateaux postérieurs paraissent être des productions de l'humérus, avec lequel ils font le plus souvent corps.

Dans ses expériences, Delbet a constaté que généralement la capsule antérieure de l'articulation s'arrache à sa partie inférieure, entraînant un fragment d'os et de périoste de l'apophyse coronoïde. Les ligaments latéraux se désinséreraient à leur partie supérieure, emportant également avec eux de l'os et du périoste. Or, les points d'où la capsule et les ligaments sont arrachés, sont précisément ceux où se font les productions osseuses rencontrées dans les luxations anciennes.

Dans les luxations réduites, et dans les entorses d'une certaine gravité, ces mêmes arrachements capsulaires et ligamenteux existent, et l'on comprend la possibilité du développement de productions osseuses nouvelles ; toutefois dans ces cas les néoformations occuperont une situation autre que dans les luxations non réduites, puisque les os ont repris ou conservé leurs rapports normaux. En avant ou en arrière de l'extrémité inférieure de l'humérus, et parfois aux deux endroits existera une plaque osseuse plus ou moins haut située, suivant que l'arrachement portant sur le segment antérieur ou postérieur de la capsule, se sera fait au niveau du point d'insertion supérieur ou inférieur de cette dernière. L'arrachement des points d'insertion des ligaments latéraux donnera également lieu à la production de plaques osseuses qui cette fois seront nettement latérales, sous-épitrochléennes et

épicondyliennes, au lieu d'être situées en arrière de ces saillies, comme c'est le cas dans les luxations non réduites.

Dans nos observations on retrouve ces plaques occupant l'une ou l'autre des situations mentionnées et ayant un développement plus ou moins prononcé, selon que le traumatisme qui a produit l'entorse ou la luxation a été plus ou moins violent, et a porté plus particulièrement son action sur telle ou telle portion de la capsule ou des ligaments.

Quel traitement instituer pour combattre la raideur articulaire et la limitation des mouvements, lorsque la radiographie nous a montré la présence de ces néoformations osseuses développées aux dépens du système ligamenteux consécutivement à une entorse ou à une luxation réduite ? Tout dépendra évidemment du volume des masses osseuses de néoformation et de leur situation. Il faudra tout d'abord commencer par tenter de rétablir le jeu normal de l'article, en ayant recours à l'hydrothérapie, au massage et à la mobilisation graduelle ou même forcée, pratiquée au besoin sous le chloroforme.

Si l'on n'obtient aucun résultat, l'intervention sanglante s'imposera. Dans ce cas le mieux consistera à aborder les productions osseuses anormales, au moyen d'incisions appropriées, et à les enlever, en respectant autant que possible la continuité des ligaments. Il ne faudra, croyons-nous avoir recours à la résection partielle ou totale des extrémités osseuses articulaires que dans les cas exceptionnels.

c) Entorses péri-articulaires et ostéomes musculaires consécutifs. — Dans la région du coude, il n'existe pas, comme cela se voit au poignet et au cou-de-pied, de longs tendons entourés de gaines synoviales pouvant être le siège des lésions spéciales qui caractérisent l'entorse péri-articulaire que l'on rencontre sur les segments de membres précités. Les tendons des muscles environnant l'articulation du coude sont généralement courts et avoisinés tout au plus par des bourses séreuses peu développées ; aussi dans cette région les désordres péri-articulaires portent-ils surtout sur les corps musculaires eux-mêmes.

Les entorses musculaires observées dans la région du coude intéressent particulièrement le muscle brachial antérieur, et se caractérisent par une rupture plus ou moins étendue des fibres de ce muscle ; un hématome se forme immédiatement, et consécutivement un *ostéome musculaire* peut prendre la place de l'épanchement sanguin. La cicatrice osseuse réunissant les bouts des fibres musculaires ou tendineuses rompues, peut se rencontrer aussi sur les autres muscles de la région, et nous rapporterons des cas d'ostéomes du triceps brachial et du rond promoteur, que nous avons eu l'occasion d'observer.

L'étude du volume, de la configuration et de la situation exacte de ces productions osseuses a été favorisée dans une large mesure, par l'emploi des rayons de Roentgen.

Relatons tout d'abord les particularités les plus saillantes offertes par les

nombreux cas d'ostéomes musculaires simples ou associés à d'autres lésions de la région du coude, que nous avons eu l'occasion de radiographier, puis nous verrons quelle a été l'étiologie et la pathogénie probable des lésions, dans chaque catégorie de cas, et enfin nous recherchons le meilleur traitement à opposer à cette affection.

α. *Ostéomes isolés du brachial antérieur.* — Les malades qui ont présenté un ostéome du brachial antérieur, sans autre lésion concomitante, décelable par la radiographie, sont au nombre de huit.

Obs. I. — C..., 130e de ligne. Le 15 avril 1900, en tombant de sa hauteur, sur la main étendue, il se fit une luxation du coude droit en arrière qui fut réduite immédiatement. Après quelques jours d'immobilisation, on commença à masser et à mobiliser l'articulation.

Une première radiographie, faite le 24 avril, montra que les os étaient bien en place et qu'il n'existait rien d'anormal au pourtour de l'articulation.

Comme il persistait de l'induration en avant du coude, je pris une deuxième radiographie le 8 mai, et constatai alors nettement trois noyaux d'ossification



Fig. 422.



Fig. 423.

isolés, au niveau de la partie inférieure du brachial antérieur (fig. 422). Le malade n'a pas été suivi ultérieurement.

Obs. II. — C..., 5e dragons. Luxation du coude droit en arrière, par chute de cheval, le 23 mars 1899. Réduction immédiate. La radiographie prise, le 15 mai suivant, indique que l'induration sentie à la partie inférieure du brachial antérieur est constituée par des ostéomes, de volumes inégaux, superposés en hauteur, et indépendants de l'apophyse coronoïde (fig. 423).

Notre collègue et ami Sieur opère le malade, le 19 mai, et une radiographie effectuée le 28 août, témoigne que l'ostéome persiste en partie, mais avec un volume beaucoup moindre.

Obs. III. — H..., 23e dragons. Le 13 juin 1899, le sujet étant monté sur un tabouret tombe sur le coude droit, et se fait une luxation des deux os en arrière. Réduction immédiate ; écharpe ; massage au bout de douze à quinze jours. Au moment de la radiographie pratiquée le 11 août, les mouvements de flexion ne se font pas au delà de l'angle droit, et l'extension ne dépasse pas 135°. Sur l'épreuve, nous constatons la présence d'un ostéome mesurant 4 centimètres

environ de longueur, sur 25 millimètres d'épaisseur ; il est accolé à la face antérieure de l'humérus, à laquelle il semble adhérer, mais se trouve éloigné de un centimètre au moins de la pointe de l'apophyse coronoïde (fig. 424). Aucune intervention ne fut pratiquée.

Obs. IV. — L...., 22e section de Commis d'administration, se luxe le coude en haut et en arrière, le 14 juillet 1898 ; la réduction est pratiquée le lendemain. Un ostéome du brachial antérieur, distant de l'apophyse coronoïde, est constaté par

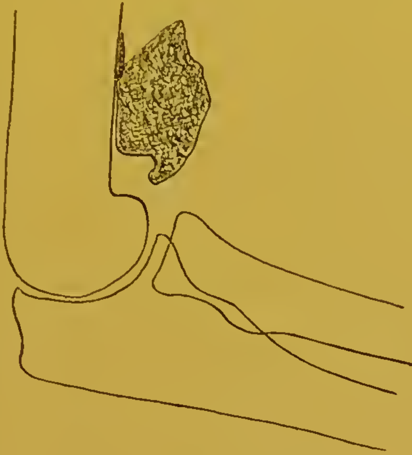


Fig. 424.



Fig. 425.

les rayons X, le 10 août et le 11 décembre 1898 (fig. 425). Le traitement par le massage est appliqué. Les mouvements du coude reprennent presque toute leur amplitude, et le malade continue son service.

Obs. V. — J...., 130e de ligne, tombe de la barre fixe, le 28 juin 1899 ; il se produit une luxation du coude en arrière, qui est réduite le lendemain. Sur les



Fig. 426.



Fig. 427.

radiographies prises les 4 et 28 juillet, et le 4 septembre, on remarque que l'ostéome primitivement globuleux, du volume d'un œuf de pigeon, peu opaque aux rayons de Roentgen, et à contours diffus, s'est allongé, est devenu plus dense, mieux limité, et mesure 5 centimètres de long, sur deux d'épaisseur ; il est situé à deux centimètres au-dessus de l'apophyse coronoïde (fig. 426).

Le 9 septembre, je pratique l'ablation de l'ostéome, par énucléation sous-capsulaire. Aucune parcelle d'os n'est restée dans le muscle et ne s'est reproduit dans la suite, ainsi que le démontra la radiographie, le 17 octobre ; mais les mouvements du coude ne furent guère améliorés par l'opération. Le malade a été présenté à la Société de chirurgie de Paris, à la séance du 21 février 1900.

Obs. VI. — P..., 119ᵉ de ligne. Luxation du coude droit, en arrière et en haut, le 3 septembre 1898, réduite immédiatement. Il persiste une induration au niveau de la partie inférieure du brachial antérieur. Une radiographie faite le 9 octobre montre un ostéome, en forme de cône, à base supérieure, et à sommet tronqué inférieur, distant de un centimètre environ de l'apophyse coronoïde (*fig.* 427). La tumeur osseuse, mesurant 5 centimètres de haut, sur 3 centimètres de large, au niveau de sa base, a été enlevée par fragments et incomplètement par M. le Professeur Nimier, le 18 octobre. Le malade quitte l'hôpital, le 5 novembre, par convalescence, possédant des mouvements du coude incomplets.

Obs. VII. — B..., 69ᵉ de ligne. Chute sur le coude, le 25 novembre 1897, sans qu'il y ait eu luxation. Ostéome consécutif de la partie inférieure du brachial antérieur. La tumeur qui possède une certaine mobilité transversale est plaquée sur la face antérieure de l'apophyse coronoïde ; cette dernière ne présente aucune



Fig. 428.



Fig. 429.

trace de fracture, ainsi que le montre la radiographie obtenue en janvier 1898 (fig. 428). Après l'ablation de l'ostéome pratiquée par notre collègue et ami Ferraton, le fonctionnement du coude ne s'est pas sensiblement amélioré.

Obs. VIII. — M..., sous-officier, se luxe le coude droit, le 24 avril 1897. La réduction est pratiquée au bout de huit jours. L'ostéome offre le même aspect que dans le cas précédent, comme en témoigne l'épreuve (fig. 429) prise le 25 octobre 1897.

En janvier 1898, M. le Professeur Robert pratique une ablation partielle de la tumeur osseuse. Les mouvements du coude ne reprirent pas toute leur amplitude après l'opération, et le malade fut réformé.

β. *Ostéomes concomitants du brachial antérieur et du triceps.* — Ces cas sont moins fréquents que les précédents ; nous n'en avons réuni que deux.

Obs. I. — M..., 1ᵉʳ régiment de dragons, dans une chute de cheval, le 21 janvier 1899, se fait une luxation du coude droit en arrière qui est réduite immédia-

ment. Consécutivement les mouvements de l'articulation sont très limités ; la flexion ne dépasse pas l'angle droit, et à partir de ce point l'extension ne décrit guère qu'un arc de 20 degrés environ ; la pronation et la supination s'exécutent normalement. La partie inférieure et antérieure du bras est occupée par une masse osseuse dure, immobile, dont une radiographie pratiquée le 30 septembre 1899, a pour but de déterminer la forme, la situation et le point d'implantation. Nous constatons que l'ostéome envahit à peu près toute la hauteur du muscle brachial antérieur ; il mesure 16 à 17 centimètres de longueur ; il est implanté en haut sur la face antéro-externe de l'humérus, et par son extrémité inférieure effilée, il arrive près de l'apophyse coronoïde, sans toutefois prendre contact avec elle.

En arrière et au-dessus de l'olécrâne, il existe une zone d'ossification peu



Fig. 430.



Fig. 431.

étendue, semblant occuper la partie inférieure du triceps brachial, mais n'adhérant pas au cubitus.

Les figures 430 et 431 reproduisent la forme de l'ostéome tel qu'il se présentait sur les radiographies tranversale et antéro-postérieure. M. le Professeur Nimier enleva la vaste production osseuse du brachial antérieur, après l'avoir sectionnée par son milieu.

Les mouvements de l'articulation du coude ne s'améliorèrent pas sensiblement dans la suite.

Obs. II. — C..., 13e cuirassiers, est atteint d'entorse du coude droit, dans une chute de cheval, en décembre 1897. Lorsque le malade se présente à nous, le 5 août 1898, le coude fixé à angle obtus ne peut effectuer que des mouvements de flexion et d'extension très limités; la pronation et la supination se font normalement. L'examen par les moyens cliniques ordinaires nous avait fait conclure à l'existence d'un cal exubérant, consécutif à une fracture probable de l'extrémité inférieure de l'humérus. La radiographie nous montra que les masses osseuses perceptibles par la palpation, en avant et en arrière du coude, étaient dues à des ostéomes du brachial antérieur et du triceps, en contact avec l'apophyse coronoïde et l'olécrâne (fig. 432). Le malade refusa l'intervention opératoire que nous lui proposions.

γ. *Ostéomes concomitants du brachial antérieur et du rond pronateur.* — Nous n'avons eu l'occasion d'en observer qu'un seul cas.

Obs. I. — D..., 36e de ligne, se luxe le coude droit en arrière, le 31 janvier 1900, en tombant de sa hauteur. Réduction le jour même. Dans la suite on remarque la présence de deux tuméfactions dures, de consistance osseuse, sur la face antérieure du membre ; l'une se trouve immédiatement au-dessus, l'autre à une certaine distance au-dessous du pli du coude, cette dernière sur le trajet du muscle rond pronateur. La radiographie faite le 19 mars 1900, montre que l'os-

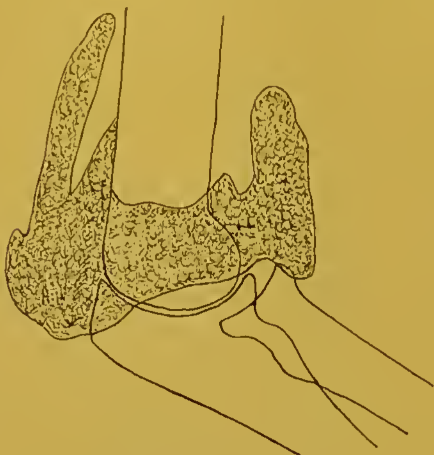


Fig. 432.



Fig. 433.

téome situé dans la partie inférieure du brachial antérieur, a le volume d'un œuf de pigeon et se trouve éloigné de un centimètre environ du coroné ; celui qui occupe la partie moyenne du rond pronateur est un peu plus petit et présente trois prolongements dentelés à sa partie inférieure (fig. 433). Aucune intervention opératoire ne fut pratiquée.

δ. *Ostéomes du brachial antérieur et lésions concomitantes de périarthrite ossifiante.* — La périarthrite fibreuse plus ou moins développée



Fig. 434.



Fig. 435.

accompagne fréquemment les ostéomes musculaires de la région du coude. C'est à sa coexistence que l'on doit attribuer en partie les résultats généra-

lement peu satisfaisants, au point de vue de la mobilité ultérieure de la jointure, que l'on constate, à la suite de l'extirpation de ces ostéomes. Mais comme cette périarthrite fibreuse ne se traduit par aucun signe net sur la plaque radiographique, nous n'en parlerons que pour mémoire, nous contentant de rapporter un cas dans lequel l'ostéome du brachial antérieur était accompagé d'une ossification partielle des ligaments latéraux de l'articulation.

Obs. I. — M..., garde-républicain, se luxa le coude gauche, en 1890, en tombant de sa hauteur; la réduction fut pratiquée le lendemain. Depuis l'accident, le sujet présente de la raideur de l'articulation. Sur une radiographie faite le 2 août 1900, on constate, dans la partie inférieure du brachial antérieur, un ostéome mesurant 5 centimètres de haut, sur 10 à 15 millimètres d'épaisseur, et arrivant par son extrémité inférieure, en contact immédiat avec la pointe de l'apophyse coronoïde (fig. 434). Il existe en même temps, ainsi que le montre l'épreuve antéro-postérieure (fig. 435), de la périarthrite capsulaire ossifiante qui se traduit par l'existence de noyaux osseux sur les ligaments latéraux interne et externe de l'articulation du coude. Il n'y eut pas d'intervention opératoire.

ε. *Ostéomes du brachial antérieur ou du triceps associés à des luxations anciennes complètes ou incomplètes de l'avant-bras.* — Les observations rentrant dans cette catégorie ont déjà été rapportées précédemment, à propos de l'étude des luxations du coude ; nous n'y reviendrons pas.

DIAGNOSTIC ET PATHOGÉNIE DES OSTÉOMES MUSCULAIRES

Quelques considérations générales sur les ostéomes de la région du coude, nous semblent maintenant nécessaires.

Dans toutes les observations précédentes, il existait constamment un ostéome dans le muscle brachial antérieur, et ce n'est que dans la minorité des cas que l'on rencontrait simultanément une production osseuse analogue dans d'autres muscles de la région du coude, tels que le triceps brachial et le rond pronateur.

Les ostéomes situés dans le brachial antérieur peuvent être divisés en plusieurs catégories, suivant qu'ils sont largement en contact avec l'apophyse coronoïde, dont ils sont en quelque sorte une production exubérante ; suivant que leur partie inférieure plus ou moins effilée, atteint le voisinage de cette apophyse ; suivant qu'ils sont implantés sur l'humérus, par leur extrémité supérieure, ou par un point de leur périphérie ; et suivant qu'ils sont éloignés de toute surface osseuse, se trouvant logés en plein corps musculaire.

L'examen par les moyens cliniques ordinaires, et les constatations faites pendant les interventions opératoires, avaient déjà permis d'établir ces différentes variétés ; mais c'est grâce à la radiographie surtout que nous pouvons, dans tous les cas, préciser d'une façon exacte la situation et les connexions de la tumeur osseuse.

Les rayons de Roentgen nous mettent aussi à même d'acquérir des

notions assez précises sur la configuration extérieure et le volume de ces ostéomes ; et en répétant les examens à intervalles plus ou moins grands, nous pouvons suivre le développement de la néoformation osseuse au sein du tissu musculaire.

La silhouette radiographique de ces ostéomes présente des aspects assez variés, comme on peut le voir, en comparant nos différents schémas ; toutefois on peut dire que le profil tracé d'après l'ombre projetée, se rapproche généralement d'un ovale, à grand axe parallèle à celui du muscle, lorsque la tumeur a atteint son complet développement.

Le volume des ostéomes n'est pas le même dans tous les cas ; il est en relation avec l'âge de la néoformation, avec la situation qu'elle occupe dans le muscle, et il doit dépendre aussi, dans une certaine mesure, de l'étendue du foyer de rupture musculaire primitif, et de la plus ou moins grande facilité avec laquelle le sujet peut former du tissu osseux ; car n'a pas des ostéomes qui veut, et les ruptures musculaires qui se produisent chez les différents individus, ne sont pas forcément suivies du développement d'une cicatrice osseuse.

L'ombre radiographique nous permet donc de juger approximativement de la forme générale, du volume des ostéomes et jusqu'à un certain point de leur structure intérieure ; en effet, l'opacité de l'ombre obtenue avec des rayons de Roentgen de qualités équivalentes, dépend de la densité du tissu osseux, et de sa richesse en sels calcaires qui augmentent avec l'âge de la tumeur.

Il est incontestable cependant que l'examen direct nous fournit des notions plus précises que la radiographie, pour l'étude des ostéomes ; mais cet examen n'est possible qu'une fois la pièce enlevée.

On voit alors que ces néoformations osseuses ont une structure extérieure très irrégulière ; leur surface présente des aspérités nombreuses et parfois des sortes d'ailettes qui s'insinuent entre les faisceaux musculaires voisins.

Un type que l'on rencontre fréquemment est la *forme* que l'on peut appeler *en bonnet de coton*, dont M. le Professeur Nimier et moi avons présenté plusieurs spécimens à la société de chirurgie de Paris ; on la trouve dans le brachial antérieur, aussi bien que dans les muscles adducteurs de la cuisse.

Une coupe verticale pratiquée suivant le grand axe d'un ostéome de cette catégorie montre l'aspect indiqué par la figure 436. Deux cornets constitués par une lame osseuse épaisse de 5 à 6 millimètres, sont réunis par leur base et emboîtés l'un dans l'autre, reproduisant l'aspect du vulgaire bonnet de coton, dont la concavité est dirigée vers le corps musculaire, et dont la pointe s'insinue dans la portion tendineuse et se rapproche plus ou moins de l'insertion à la coronoïde.

Dans le cornet interne, ou concavité du bonnet, s'insèrent les fibres musculaires du bout supérieur, et sur le sommet du bonnet constitué par la pointe du cornet externe viennent s'attacher les fibres musculaires ou ten-

dineuses du bout inférieur. Sur la périphérie du cornet externe se trouve appliquée une membrane fibreuse, sorte de périoste, s'insinuant dans toutes les anfractuosités de la surface ; elle se laisse facilement décoller de l'os, avec un instrument mousse ou le doigt, mais fait corps par sa face externe avec le tissu conjonctif inter-fasciculaire. Entre les deux doubles du bonnet, se trouve un espace tronconique occupé par un tissu rouge jaunâtre, couleur chair de saumon, imbibé de sérosité, et d'aspect filamenteux que le microscope démontre être constitué par de la fibrine.

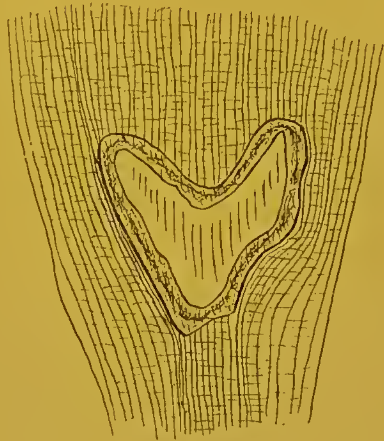


Fig. 436.

Dans les ostéomes de grand volume, la paroi osseuse formant le cornet externe présente des trous de dimensions variables, analogues aux orifices dénommés *cloaques* ou *foramina* que l'on rencontre sur l'étui osseux entourant un séquestre diaphysaire ; ces trous servent à l'insertion de faisceaux musculaires aberrants, ou au passage de vaisseaux nourriciers.

Les ostéomes musculaires succèdent à une luxation des os du coude, ou à une simple entorse, avec déchirure partielle des muscles qui entourent l'articulation. Sur nos douze cas, il y eut dix fois une luxation préalable, et deux fois les malades affirmèrent n'avoir eu qu'une entorse.

Trois théories, à notre avis, doivent être admises, pour expliquer le développement de ces productions osseuses anormales.

Dans les cas où la masse osseuse fait corps avec l'apophyse coronoïde et semble l'englober, il ne s'agit probablement que d'une sorte de cal hypertrophique, d'une *exostose traumatique*, résultant d'une fracture incomplète de cette apophyse.

Quand l'ostéome siège au voisinage du point d'insertion du tendon du brachial antérieur sur la coronoïde, ou près des attaches de la partie supérieure du muscle à l'humérus, son développement peut s'expliquer par la *théorie de l'arrachement périostique* d'Orlow.

Mais lorsque la tumeur se trouve située en plein corps musculaire, assez éloignée des points d'insertion osseux, nous pensons qu'il faut admettre, pour se rendre compte de sa formation, *la théorie du matériel exubérant* de Cohnheim, basée, en ce qui concerne les ostéomes sur les recherches histologiques et embryogéniques de Bard (de Lyon) et à laquelle nous donnerons, avec ce dernier auteur le nom de *théorie sésamoïdienne*.

Nous savons qu'il existe dans les tendons et dans certains muscles, particulièrement dans leur portion juxta-tendineuse, des cellules dites résiduelles qui se sont fixées à un stade d'évolution cartilagineuse plus ou moins avancée.

Il est bien permis de supposer que, sous l'influence du traumatisme et de

l'irritation produite par le sang épanché dans le foyer de rupture musculaire, ces cellules pourront reprendre le cours de leur évolution, momentanément suspendu, et arriver au stade osseux qu'elles n'avaient pu atteindre dans les conditions de fonctionnement et de nutrition normales du muscle ; il se formerait ainsi une série de nodules osseux aberrants, d'os sésamoïdes rudimentaires qui ne sont pas aussi rares qu'on pourrait le croire, au voisinage des insertions musculaires (Bard, Précis d'anatomie pathologique. 1890, p. 316).

La théorie sésamoïdienne seule peut expliquer le développement de cette coque osseuse, en forme de bonnet de coton, enkystant les résidus de l'hématome, comme nous l'avons vu précédemment.

Même dans le cas où la théorie d'Orlow serait démontrée exacte, pour expliquer la formation des ostéomes distants des points d'insertion du muscle sur l'os, force est de faire jouer un rôle à ces cellules résiduelles, pour permettre de comprendre la rapidité de développement, le volume souvent considérable, et la structure spéciale de ces tumeurs. Il est en effet difficile d'admettre que l'ostéome en forme de bonnet de coton, puisse être uniquement le produit de la multiplication et de la transformation des cellules de la couche ostéogène du petit transplant périostique. Ce dernier entraîné au pourtour du foyer hématique provenant de la rupture musculaire, pourrait bien ne jouer qu'un rôle de *catalyse,* au contact des cellules résiduelles, agir par l'*action de présence* dont parle Ollier (Traité des résections, t. II, p. 263), qui fait que les tissus parostaux peuvent, dans certaines circonstances, revêtir des propriétés ostéogéniques qu'ils ne possèdent pas normalement.

Peu importe après tout le mécanisme qui préside au développement de l'ostéome ; il est formé ; quel rôle, joue-t-il, dans le processus de réparation du foyer de rupture musculaire ? Telle est la question que nous devons nous poser maintenant.

La solution est très simple, selons-nous : l'ostéome n'est autre chose qu'un cal réunissant les extrémités des fibres musculaires divisées. Mais si l'on nous demande pourquoi le cal intramusculaire reste fibreux chez certains sujets et s'ossifie chez d'autres, nous ne pourrons que masquer notre ignorance, en invoquant chez ces derniers l'existence d'une sorte de diathèse ostéogène.

TRAITEMENT DES OSTÉOMES MUSCULAIRES

Le traitement des ostéomes sera préventif ou curatif.

Certains chirurgiens, et Ollier était du nombre, estiment que le massage et la mobilisation pratiqués trop rapidement après le traumatisme, dans les cas d'entorse ou de luxation, sont une cause favorisante du développement des ostéomes.

Nous pensons tout au contraire que le massage précoce et bien fait pourra aider à la résorption rapide de l'hématome du brachial antérieur, et prévenir

la formation de la coque osseuse d'encapsulement constituant l'ostéome. Quoiqu'il en soit, supposons l'ostéome développé et voyons le traitement à appliquer.

Nous estimons, d'après les constatations que nous avons pu faire sur plusieurs malades, que l'indication absolue de prendre le bistouri ne se présente que dans les cas où l'ostéome apporte par sa présence un obstacle mécanique réel au fonctionnement de l'articulation du coude ; il en sera surtout ainsi, lorsque l'ostéome, d'assez grand volume, adhérera au coroné ou à l'humérus.

Quant aux ostéomes mobiles, situés à distance des points d'insertion du muscle sur l'os, l'intervention sanglante ne semble pas donner, pour leur traitement, des bénéfices supérieurs à ceux que l'on peut obtenir par un emploi méthodique et persévérant des différents agents de la thérapeutique physique ; massage, mobilisation, hydrothérapie, etc.

En tout cas, si l'opération est décidée, il faudra attendre que l'ostéome qui n'est, comme nous l'avons dit qu'un cal osseux, ait diminué de volume, se soit condensé, bien délimité et encapsulé. On pratiquera l'ablation de la tumeur au bistouri, en rasant de près sa face externe, en taillant dans les fibres musculaires, mais on ne cherchera pas à faire une énucléation sous-capsulaire qui exposerait au retour à peu près certain des accidents de raideur de la jointure que l'on se proposait de faire disparaître. En effet, par la méthode sous-capsulaire, nous enlevons la cicatrice osseuse qui réunit les extrémités des faisceaux musculaires rompus, et avec la capsule nous laissons en place une amorce de cicatrice fibreuse qui va, malgré la réunion par première intention, s'épaissir, se rétracter et nous donner finalement un brachial antérieur, autant sinon plus raccourci qu'il n'était avant l'ablation de l'ostéome.

Ce qui s'est passé chez un de nos opérés présenté à la Société de chirurgie de Paris, le 21 février 1900, montre bien que le mauvais résultat éloigné du traitement des ostéomes du brachial antérieur par l'ablation sous-capsulaire, tient au développement de la cicatrice rétractile précitée, et non à la persistance de lésions d'arthrite et de périarthrite chroniques relevant du traumatisme originel. Notre opération terminée et le malade étant encore anesthésié, nous pûmes faire exécuter au coude, sans le moindre effort, des mouvements complets de flexion et d'extension. Plus tard ces mouvements se limitèrent à nouveau, et ne dépassèrent pas, même pendant l'anesthésie, l'amplitude qu'ils avaient avant l'intervention. Pendant ce temps, la radiographie nous montrait l'absence de toute reproduction osseuse dans le brachial antérieur.

5° **Corps étrangers intra-articulaires, d'origine traumatique.** — Nous avons pu, chez deux malades, déceler par la radiographie, la présence d'un corps étranger ostéo-cartilagineux, d'origine traumatique, dans l'articulation du coude ; il avait échappé à l'examen clinique pratiqué par les moyens ordinaires.

Obs. I. — P..., cavalier à la 1re compagnie de remonte, reçoit le 21 mars 1900, un coup de pied de cheval, au niveau de la face externe du coude droit. Au dire du blessé, un de ses camarades lui aurait immédiatement tiré sur le coude qui était démis, et les os auraient repris leur place. Envoyé à l'hôpital pour hydarthrose traumatique du coude, il est soumis à la radiographie le 24 avril. Sur les épreuves (fig. 437 et 438) on voit nettement la présence, au niveau de l'interligne huméro-radial, d'un corps étranger, de forme ovalaire, que M. le professeur Mignon enlève quelques jours plus tard, au moyen d'une arthrotomie postéro-externe.

Le fragment, de constitution ostéo-cartilagineuse, avait la forme d'un haricot.



Fig. 437.

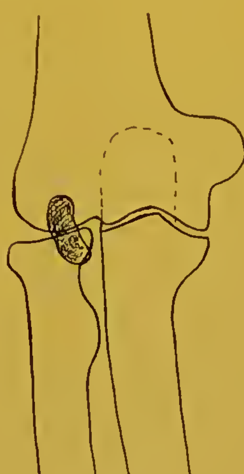


Fig. 438.



Fig. 439.

L'inspection de l'articulation pratiquée au cours de l'opération ne permit pas de voir le point d'où il avait été détaché.

Obs. II. — X..., soldat de 2e classe, se présente à nous, dans le courant de l'année 1897, se plaignant de gêne dans le fonctionnement de l'articulation du coude : il raconte qu'il est tombé sur cette région, plusieurs années auparavant. La radiographie (fig. 439) montre un certain degré de luxation du radius en dehors, avec atrophie du condyle de l'humérus ; entre la cupule radiale et la partie externe de la surface articulaire humérale, se trouve un corps étranger probablement ostéo-cartilagineux, qui doit être la cause de la gène fonctionnelle. Le corps étranger ne fut pas enlevé, le malade n'acceptant pas l'opération.

6° Corps étrangers logés dans les parties molles du coude, et d'origine externe. — Nous n'avons eu l'occasion d'observer qu'un seul cas de ce genre. Il s'agissait de rechercher la présence possible d'un éclat de verre dans les parties molles, et au besoin de repérer sa situation.

Obs. I. — D..., sous-officier d'infanterie, passe son coude à travers une glace de tramway, en août 1899. Un fragment de vitre a pénétré les parties molles, à 2 centimètres en avant de l'épicondyle. Le blessé se rend dans une pharmacie où l'on retire immédiatement un éclat de verre allongé dont la pointe semble être restée dans la plaie.

Dans la suite, le sujet ressentit une douleur au niveau de la face dorsale des trois doigts externes ; cette douleur s'accentuait quand on pressait sur la

branche antérieure du radial au niveau du coude, ou lorsque le coude était placé en extension forcée.

En se basant sur les résultats fournis par les radiographies que nous avons

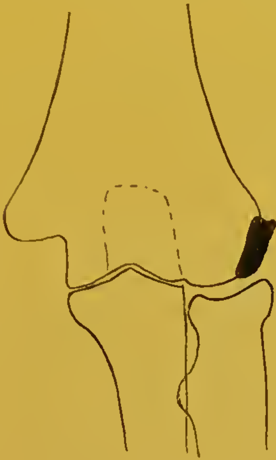


Fig. 440.

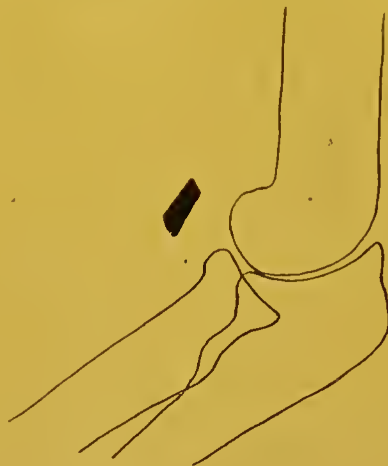


Fig. 441.

prises, le 12 janvier 1900 (fig. 440 et 441), M. le professeur Delorme pratique l'extraction du fragment de verre repéré; il se trouvait au contact du nerf radial.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques du coude

Plusieurs malades atteints d'affections inflammatoires diverses de l'articulation du coude, ont été soumis à l'examen radiographique; mais l'étude des épreuves obtenues ne nous a fourni aucun renseignement important; aussi les passerons-nous sous silence.

Bornons-nous à relater brièvement les deux observations suivantes :

Obs. I. — M..., soldat au 63e de ligne, est atteint de gêne dans les mouvements du coude qui s'exécutent sans douleur et sans craquements appréciables; l'extension est limitée. Cliniquement on constate un léger degré d'hydarthrose, et l'on sent un corps étranger mobile, au niveau de la face postérieure de l'articulation radio-cubitale supérieure.

Le sujet attribue les lésions actuelles à une arthrite, de nature indéterminée, survenue pendant l'enfance.

La radiographie transversale prise le 27 octobre 1899, montre, sur des parties en rapport du cubitus et de l'humérus, le cartilage d'encroûtement épaissi et strié verticalement (fig. 442).

S'agissait-il d'une altération velvétique du cartilage ?

Obs. II. — O..., 3e de ligne, a fait, vers l'âge de treize ans une chute dans un escalier, sur la paume de la main droite. Depuis cette époque il aurait souffert du coude droit, mais aurait travaillé quand même. Le 16 octobre 1903, nous constatons un certain degré de cubitus valgus à droite. Les mouvements de flexion et d'extension se font complètement, mais on perçoit des craquements pendant leur exécution. On peut produire un certain degré de flexion externe du coude. La trochlée semble irrégulièrement conformée.

Les rayons de Roentgen indiquent une fracture ancienne de l'apophyse coronoïde du cubitus qui est peu saillante actuellement. Le fragment arraché et non soudé, s'interpose entre la partie trochléenne de l'humérus et la partie antérieure de la grande cavité sigmoïde. On sent par la palpation ce fragment au côté antéro-interne du coroné ; il semble se mobiliser avec le cubitus dans les mouvements de l'articulation. Le bec de l'olécrâne s'est peu développé. Au

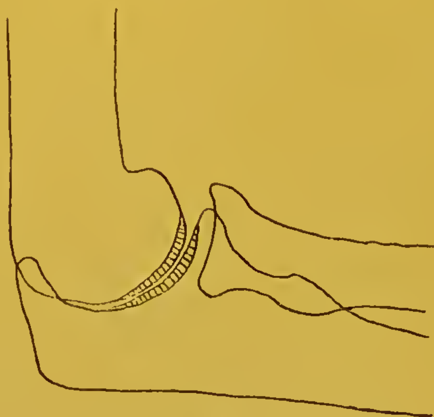


Fig. 442.



Fig. 443.

niveau de l'interligne huméro-radial (fig. 443) et de la partie postérieure de l'interligne huméro-cubital, on voit de petits corps étrangers interposés entre les surfaces cartilagineuses, et qui sont probablement la cause des frottements perçus pendant les mouvements.

Il s'agit dans ce cas d'une arthrite sèche, d'origine traumatique, dont le développement a été favorisé par un état dyscrasique spécial.

§ 3. — Lésions congénitales du coude

Nous avons observé un cas de subluxation congénitale de l'extrémité supérieure des os de l'avant-bras en dehors, et un cas d'ankylose de l'articulation radio-cubitale supérieure.

Obs. I. — D.... 128e de ligne, est atteint de déformation des deux coudes, datant de l'enfance, et accentuée surtout du côté droit. De ce côté (fig. 444 et 445), on constate que la cupule du radius, fortement subluxée en dehors et en arrière, déborde le condyle par la plus grande partie de sa surface : le sommet de l'olécrâne est également incliné en dehors. Cliniquement on voit et on sent la tête radiale saillante sous les téguments de la région postéro-externe de l'articulation : la surface de la cupule est presque tout entière en dehors du condyle. Il existe un cubitus varus très accentué et une flexibilité latérale de l'avant-bras très prononcée, dans l'extension du membre. Pendant les différents mouvements qui s'exécutent avec l'amplitude normale, on perçoit des frottements articulaires intenses.

Obs. II. — B..., 4e de ligne, présente une ankylose congénitale de l'articulation radio-cubitale supérieure des deux coudes, avec subluxation de la cupule radiale en arrière. Les mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras se font parfaitement. Les avant-bras sont fixés en pronation presque

complète, et les mouvements de supination de la main s'effectuent, en mettant en jeu l'articulation de l'épaule. Les articulations radio-cubitales inférieures sont normalement conformées, ainsi que le prouve l'examen aux rayons X. Les



Fig. 444.



Fig. 445.

radiographies des coudes prises dans le sens antéro-postérieur et dans le sens transversal, donnent des images identiques; aussi nous contentons-nous de



Fig. 446.



Fig. 447.

reproduire celles qui correspondent au coude droit (fig. 446 et 447), et sur lesquelles on voit qu'il y a fusion complète des extrémités métaphyso-épiphysaires supérieures du radius et du cubitus : on ne peut pas distinguer la tête du radius, dans la masse osseuse commune.

CHAPITRE VI

AFFECTIONS DU BRAS

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de l'humérus par causes communes. — Les solutions de continuité produites sur la diaphyse humérale, par les agents traumatiques ordinaires, peuvent intéresser le tiers inférieur, le tiers moyen, ou le tiers supérieur de l'os.

Obs. I. — C..., 2e cuirassiers, se fit, dans une chute de cheval, une fracture de l'humérus droit au tiers inférieur, le 1er décembre 1897. Après réduction, le membre fut immobilisé au moyen de la gouttière plâtrée de Hennequin. Au lever de l'appareil, on constata une paralysie des muscles postérieurs de l'avant-bras, reconnaissant probablement pour cause un enclavement du nerf radial dans le cal. La radiographie faite le 15 mai 1898, montre l'existence d'une fracture oblique de la région diaphyso-métaphysaire de l'humérus. Le fragment infé-



Fig. 448.



Fig. 449.



Fig. 450.

rieur s'est légèrement déplacé en dehors et en haut, et s'est soudé dans cette situation au moyen d'un cal un peu saillant du côté externe (fig. 448).

Quelques jours plus tard, je pratique une incision parallèle à la branche externe du V de la région antérieure du coude, et dégage le nerf radial enserré dans les tissus fibreux avoisinant le cal ; il présente, sur une longueur de quelques centimètres, de la tuméfaction et de la rougeur. Je suture les lèvres de la gouttière fibreuse dans laquelle il se trouvait, et place le nerf par-dessus, pour

éviter le danger d'une nouvelle compression. Le retour de la sensibilité et surtout des mouvements eut lieu, mais au bout d'un temps assez long.

Obs. II. — B..., réserviste au 2e cuirassiers, glisse sur le pavé de l'écurie, le 28 décembre 1899, et en tombant sur le coude, il se fracture l'humérus gauche au tiers inférieur. La radiographie externe interne prise le jour même, permet de constater l'existence d'une fracture oblique située à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur de l'humérus, avec déplacement du fragment inférieur en arrière (fig. 449).

Obs. III. — L..., 2e cuirassiers, tombe de cheval le 8 août 1898, et se fracture l'humérus droit au tiers inférieur. Le 19 août, nous prenons une radiographie, à travers l'appareil plâtré qui avait été appliqué quelques jours auparavant, et nous constatons que la réduction qui semblait suffisante sur l'image transversale (fig. 450), est très défectueuse sur l'épreuve obtenue dans le sens antéro-postérieur (fig. 451).

Obs. IV. — S..., 71e de ligne, fait une chute dans les fossés des fortifications de Paris, le 11 juillet 1899, et se fracture l'humérus droit au tiers inférieur. L'épreuve transversale obtenue le lendemain de l'accident, fait voir une fracture faiblement comminutive du tiers inférieur de l'humérus, avec léger déplacement



Fig. 451.



Fig. 452.



Fig. 453.



Fig. 454.

en arrière du fragment inférieur (fig. 452). Sur de nouvelles radiographies faites le 1er août, à travers l'appareil plâtré, on constate que la réduction n'est pas parfaite et que l'extrémité supérieure du fragment inférieur reste inclinée en avant (fig. 453) et surtout en dehors (fig. 454).

Obs. V. — G..., 2e cuirassiers se fracture l'humérus gauche au tiers moyen. le 7 décembre 1900, en tombant de cheval. La radiographie exécutée le surlendemain, à travers l'appareil plâtré de Hennequin, montre une fracture à trois fragments (fig. 455 et 456); le fragment inférieur, légèrement déplacé en arrière, est incliné en dedans, et forme avec le supérieur un angle à sinus interne, dans lequel l'esquille libre se trouve comprise.

Après nouvelle réduction, un autre appareil plâtré est appliqué, et le 18 janvier 1901, après sa suppression, l'emploi des rayons de Roentgen témoigne que la consolidation s'est faite avec un léger déplacement du fragment inférieur en arrière (fig. 457 et 458).

Obs. VI. — B..., 6e cuirassiers, dans une chute de cheval, le 21 novembre 1898, est atteint de fracture de l'humérus gauche, au tiers inférieur. Il est traité par l'appareil plâtré de Hennequin.

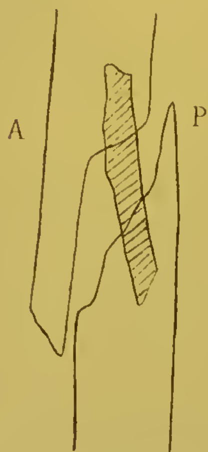


Fig. 455.

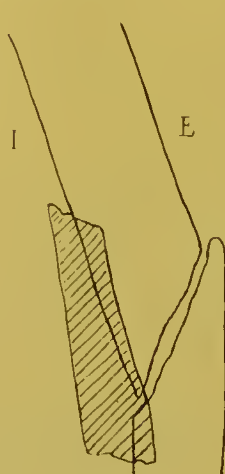


Fig. 456.

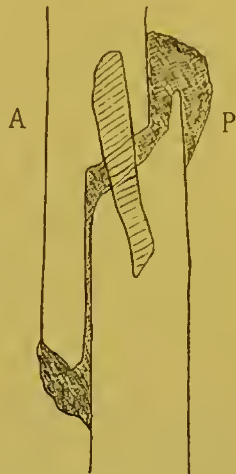


Fig. 457.



Fig. 458.

Le 14 janvier 1899, en tombant dans l'escalier, il se fait une fracture itérative de l'humérus.

Les radiographies exécutées, après ce nouvel accident, montrent que



Fig. 459.



Fig. 460.



Fig. 461.



Fig. 462.

l'extrémité supérieure du fragment inférieur est légèrement déplacée en arrière. (fig. 459) et fortement en dehors (fig. 460).

De nouvelles épreuves indiquent ultérieurement que la consolidation s'est faite en rectitude, avec un léger déplacement du fragment inférieur en arrière (fig. 461) et une certaine rotation en dedans (fig. 462).

Obs. VII. — Q..., sous-officier, fut atteint, le 7 octobre 1896, de fracture exposée de l'humérus droit, produite par le passage sur le bras, de la roue d'un wagonnet Decauville.

Le foyer traumatique suppura; la consolidation demanda près de deux années de traitement et nécessita trois interventions opératoires. Le blessé a

été soigné par M. le professeur Robert, qui le présenta à la Société de chirurgie de Paris, le 23 novembre 1898. Nous avons pris de nombreuses radiographies du bras fracturé; nous nous bornerons à reproduire l'une d'elles faite le 24 octobre 1898, après l'application d'une suture verticale des fragments au fil d'argent (fig. 463); on voit que la direction de l'humérus est bonne, et que le cal commence à se former.

Obs. VIII. — D..., lieutenant d'infanterie se fractura l'humérus droit, en tombant de cheval, le 1er décembre 1898. Le membre fut immobilisé dans la gouttière plâtrée de Hennequin, à travers laquelle une radiographie antéro-postérieure du bras fut prise, quelques jours après son application. On put ainsi constater



Fig. 463.



Fig. 464.

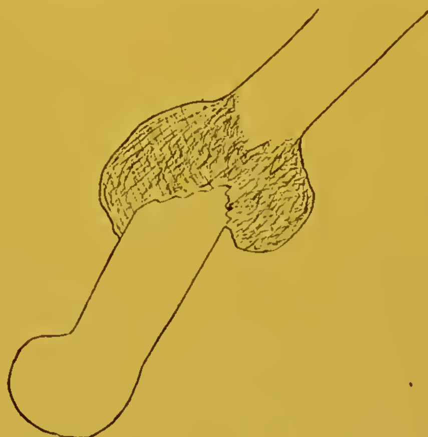


Fig. 465.

que le fragment inférieur restait déplacé en dedans d'une certaine quantité, mais qu'il n'y avait pas d'angulation (fig. 464).

Malgré l'application d'un autre appareil, les fragments conservèrent sensi-



Fig. 466.



Fig. 467.

blement la même situation. La consolidation se fit au moyen d'un cal en baïonnette, et le bras reprit l'intégrité de ses mouvements.

Obs. IX. — E..., 9e hussards fut radiographié le 27 décembre 1902; il présentait une fracture vicieusement consolidée de l'humérus (fig. 465); nous ignorons le mode de traitement qui fut employé.

Obs. X. — S..., 141e de ligne, se jeta, dans le cours d'une fièvre typhoïde, en 1901, par une fenêtre du deuxième étage. Il présentait une fracture de la colonne vertébrale et des contusions multiples ; l'attention ne fut pas attirée tout d'abord sur le bras. La radiographie montra ultérieurement un cal vicieux du tiers inférieur de l'humérus : le fragment inférieur chevauchait le supérieur en avant, et formait avec ce dernier un angle obtus à sinus postérieur (fig. 466).

Obs. XI. — M..., pharmacien-major en retraire, tombe de sa hauteur, en glissant sur le trottoir, le 20 décembre 1899, et se fracture l'humérus gauche, au tiers supérieur. Sur la radiographie prise à travers l'appareil de Hennequin, on voit que le fragment inférieur fait saillie en dehors, et délimite avec le supérieur un angle à sinus interne (fig. 467). Après remplacement du Hennequin


Fig. 468.



Fig. 469.



Fig. 470.

par l'appareil à attelles en bois, les rayons X indiquent que le chevauchement des fragments persiste, mais que l'angulation a disparu (fig. 468). La consolidation se fit dans cette situation, avec un excellent résultat fonctionnel.

Obs. XII. — C..., 7e dragons. Chute de cheval, sur la paume de la main gauche étendue, le 8 janvier 1898. Fracture de l'humérus gauche, au-dessous de l'empreinte deltoïdienne. Réduction et application d'un appareil plâtré circulaire.

Il se forme un cal angulaire, à sommet externe (fig. 469) d'après l'épreuve antéro-postérieure, tandis que sur l'image transversale l'axe de l'humérus est bon (fig. 470).

TRAITEMENT DES FRACTURES DE LA DIAPHYSE HUMÉRALE

Actuellement l'appareil classique pour le traitement des fractures de la diaphyse de l'humérus, est l'appareil plâtré de Hennequin.

Qu'il nous soit permis d'insister, en quelques mots, sur l'un des inconvénients qu'il nous semble présenter.

Sur la plupart des radiographies antéro-postérieures prises, l'appareil étant appliqué, on constate que fréquemment les deux fragments offrent une certaine inclinaison, et délimitent un angle à sinus interne.

Cela provient, à notre avis, de la technique indiquée par Hennequin lui-même pour l'application de sa gouttière.

La bande qui assure la contre-extension, en pressant verticalement par son plein sur l'aisselle garnie d'une compresse ouatée, a pour effet, chez les sujets un peu musclés, de refouler le fragment supérieur en dehors, et de favoriser l'action du deltoïde qui tend également à l'attirer en dehors et en avant, alors que l'extension pratiquée sur le coude, tire sur le fragment inférieur, dans la direction du fil à plomb. La gouttière plâtrée appliquée dans ces conditions ne peut que maintenir cette direction vicieuse imprimée aux fragments.

Il serait très facile de remédier à ces inconvénients, en apportant quelques modifications de détail à la technique en usage.

Le blessé serait assis sur une chaise, le bandage ouaté compressif appliqué, l'avant-bras fléchi presque à angle droit et maintenu dans cette position, au moyen d'un bande, de la façon conseillée par Hennequin. Seulement, au lieu de laisser le bras pendre verticalement et naturellement le long du corps, on porterait le coude légèrement en avant et en dehors, de façon à écarter sa face interne de 15 centimètres environ de la paroi thoracique ; puis au lieu de placer un poids de 2 kilogrammes aux extrémités pendantes des deux chefs de la bande servant à faire l'extension, on attacherait à chacune d'elles un tube en caoutchouc qui viendrait en tension s'engager et se fixer par l'autre bout aux anneaux de deux poids de 20 kilogrammes posés sur le sol, l'un près de l'autre. Les tubes en caoutchouc seraient placés exactement dans le prolongement de l'axe du bras occupant la situation sus-indiquée. La contre-extension assurée de la façon habituelle, devrait se faire naturellement dans la même ligne oblique ; aussi, au lieu de se diriger verticalement, les deux chefs de la bande passeraient obliquement derrière la tête du sujet, pour aller s'attacher au point d'appui ordinaire.

Pour s'assurer que les trois segments constitués par l'extension, le bras et la contre-extension, sont bien sur des lignes parallèles dans le plan frontal et dans le plan sagittal, il suffirait de contrôler leur direction au moyen d'une ficelle allant du point d'appui de la contre-extension aux poids de fixation de l'extension. On tendrait plus ou moins les tubes de caoutchouc suivant la musculature du sujet.

C'est dans cette position, lorsque la réduction de la fracture serait obtenue, que l'on appliquerait la gouttière, et ce n'est que lorsque le plâtre serait sec que l'on supprimerait l'extension et la contre-extension.

Pour soutenir le coude qui se trouverait maintenu éloigné du corps, on glisserait entre lui et le thorax un coussin de balle d'avoine assujetti en place par deux bouts de bande cousus à ses angles supérieurs et fixés sur l'épaule du côté opposé.

2° Lésions du bras, par armes à feu. — Notre première observation a trait à un coup de feu à plomb des parties molles du bras.

Obs. I. — C..., détenu militaire, reçut accidentellement il y a trois ans, à bout portant, un coup de fusil chargé de plomb n° 4, à la région moyenne du bras droit. La plus grande partie de la charge atteignit transversalement la face postérieure du bras, et creusa une gouttière dans les parties molles.



Fig. 471.



Fig. 472.

Les radiographies faites le 3 décembre 1900, (fig. 471 et 472) montrèrent une série de plombs déformés ou fragmentés disséminés surtout dans les parties molles des régions postérieure et interne du membre. Comme ils ne pouvaient gêner en rien les mouvements, on ne tenta pas leur extraction qui du reste eut été presque impossible, sans délabrements étendus et inutiles.

Les observations suivantes montrent ce que l'on peut attendre du traitement conservateur, dans les fractures des diaphyses des grands os, par les projectiles actuels, et par les anciennes balles.

Obs. II. — S..., 45e de ligne, fut atteint accidentellement, dans les premiers mois de 1900, par une balle Lebel, tirée à charge entière, à 5 mètres de distance.



Fig. 473.



Fig. 474.



Fig. 475.



Fig. 476.

Le projectile entré à la face postérieure du bras, à 8 centimètres au-dessus de l'olécrâne, est ressorti près de la face interne du bras, à deux travers de doigt

au-dessus de l'épitrochlée, pour aller ensuite pénétrer les parties molles antérieures de l'avant-bras qui était fléchi, et se loger dans la première phalange du petit doigt.

Le blessé fut traité par M. le Professeur Delorme.

Sur les radiographies que nous avons prises, le 16 juillet 1900 (fig. 473 et 474), on voit que la diaphyse humérale a été fracturée dans son tiers inférieur; le fragment inférieur légèrement déplacé en avant et en dehors, est uni au supérieur par un cal apparent sur le cliché; deux esquilles libres nettement visibles au côté interne de l'os sont englobées dans le cal; quelques fragments métalliques sont disséminés dans les parties molles et les os, au niveau du foyer de fracture.

De nouvelles radiographies obtenues le 22 janvier 1901 (fig. 475 et 476), montrent la forme du cal définitif, dont la surface s'est régularisée; on remarque cependant, sur l'image antéro-postérieure, l'une des esquilles qui a pris une direction presque transversale et n'est pas englobée dans le cal; elle est parfaitement tolérée et il n'existe pas de fistule.

Lorsque le blessé fut présenté par M. Delorme à la Société de chirurgie de Paris, le 1er mars 1901, les mouvements actifs d'extension du coude avaient toute leur étendue, et les mouvements de flexion dépassaient l'angle droit.

Obs. III. — B..., capitaine aux tirailleurs algériens, reçut au combat de Charouin, dans le sud-oranais, en 1900, une balle Lebel, tirée à 700 mètres environ, qui pénétra au niveau de la partie supérieure et interne de l'avant-bras gauche,



Fig. 477.



Fig. 478.



Fig. 479.



Fig. 480.

et fut extraite huit jours plus tard, sous la peau de la région du dos, au niveau de la pointe de l'omoplate.

Le membre supérieur étant en extension et placé horizontalement, au moment de la blessure, le projectile avait creusé un trajet continu dans les parties molles, en suivant la région postéro-interne du bras, et en fracturant au passage l'humérus, au niveau de sa partie moyenne. On plaça le paquet individuel de pansement, sur l'orifice d'entrée, et le membre fut maintenu dans une écharpe; ce n'est qu'au bout de vingt-quatre heures qu'on appliqua un appareil en toile métallique, formant manchon autour du bras. Il se développa une forte tuméfaction de tout le membre, mais il n'y eut pas de suppuration. La balle extraite présentait une déformation de pointe.

Nous avons examiné le blessé le 5 août 1901. Le pouls radial est affaibli à gauche, et il persiste quelques fourmillements dans le pouce. Les mouvements

du coude sont à peu près normaux. Les rayons de Roentgen nous dévoilent (fig. 477 et 478) une fracture de l'humérus vicieusement consolidée.

Sur l'image antéro-postérieure, la direction des fragments semble bonne, mais sur l'épreuve transversale, on constate que le fragment inférieur déplacé en arrière, forme avec le supérieur un angle à sinus antérieur, occupé par une grande esquille qui s'est légèrement portée en avant. Le cal étant résistant et le membre suffisamment utile, le sujet ne désirait aucune intervention.

Obs. IV. — R..., soldat invalide, âgé de cinquante-deux ans, fut atteint le 6 août 1870, par une balle qui lui fractura l'humérus gauche.

Lorsque nous le voyons, en 1898, nous constatons, au niveau de la partie inférieure de la région deltoïdienne, une cicatrice déprimée et adhérente. La radiographie nous indique que l'humérus s'est consolidé en rectitude, au moyen d'un cal peu volumineux, légèrement irrégulier à sa surface (fig. 479 et 480).

L'os et les parties molles voisines sont incrustés de parcelles de plomb.

Obs. V. — P..., officier général, reçut en 1870, une balle qui lui fractura la diaphyse humérale. Il vint se faire radiographier en 1898.

L'humérus a conservé sa rectitude, et montre, au niveau d'un cal à peine



Fig. 481.



Fig. 482.

saillant, les traces d'un ancien trait de fracture oblique de son tiers inférieur (fig. 481).

Les fonctions du membre ne présentent aucune gêne, malgré le semis de nombreux fragments de plomb, autour du foyer de fracture.

Obs. VI. — J..., ancien militaire, âgé de cinquante et un ans, a été blessé en 1870, par un coup de feu, à la partie supérieure du bras droit. La balle a traversé la base de l'aisselle, d'avant en arrière, sans intéresser des vaisseaux ou des nerfs importants. Depuis cette époque, il s'est formé fréquemment des abcès et des fistules qui n'ont jamais donné issue à aucune esquille. Sur l'épreuve radiographique obtenue en octobre 1898, on constate qu'il existe, sur la face interne de l'humérus, au-dessous du col chirurgical, une faible encoche limitée par des ossifications périostiques saillantes : l'os et les parties molles voisines sont incrustés de parcelles de plomb (fig. 482).

3° Moignons d'amputation du bras.

Obs. I. — B..., militaire réformé, a été amputé, il y a plusieurs années, du bras gauche, au tiers supérieur, pour combattre des accidents d'épilepsie



Fig. 483.

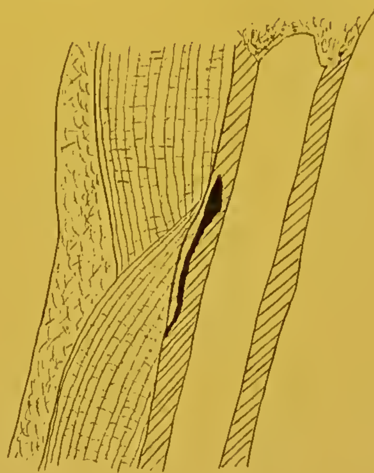


Fig. 484.

réflexe, d'origine périphérique, ayant pour point de départ une cicatrice de la main.

Le moignon était bien conformé; l'extrémité de l'os avait pris une forme convexe et se trouvait bien garnie par les parties molles (fig. 483).

§ 2. — Lésions infectieuses du bras

Obs. I. — H..., 130e de ligne, présente, au niveau du V deltoïdien droit, une tuméfaction datant de vingt jours environ, de cause indéterminée. La radiographie antéro-postérieure pratiquée en juin 1899, montre à cet endroit un léger renflement de l'os, et dans l'épaisseur de la paroi externe du cylindre diaphysaire, on voit une traînée noire (fig. 484), indiquant une plus grande perméabilité aux rayons X dans ce point. Une incision fut pratiquée; on trouva une couche de myosite scléreuse au contact de l'os, et dans l'épaisseur de ce dernier, un petit foyer allongé d'ostéite raréfiante superficielle, que l'on nettoya à la curette et à la gouge à main. La guérison suivit l'intervention.

Obs. II. — B..., 26e d'artillerie, porte, au niveau de la partie supérieure des muscles extenseurs de l'avant-bras gauche, une tuméfaction dure, qu'il attribue à une rupture musculaire survenue, pendant un effort, il y a dix-huit mois.

Pensant à un abcès froid, on pratique, le 22 octobre 1899, une incision au niveau de la branche externe de V du pli du coude; il ne sort que du sang; la plaie suppure et reste fistuleuse.

Le 20 octobre 1900, nous examinons le malade. On sent dans la partie supérieure des muscles antéro-externes du coude, une masse dure, de consistance osseuse, faisant corps avec l'humérus, paraissant suivre la direction oblique de la gouttière de torsion, au-dessous de laquelle elle s'insère, en se terminant au-dessus de l'épicondyle qui reste libre. A une certaine époque le sujet a ressenti quelques fourmillements dans le domaine du radial.

Les mouvements du coude se font normalement et sans douleur.

Sur l'image radiographique transversale, on distingue un renflement fusiforme de la région diaphyso-métaphysaire inférieure de l'humérus (fig. 485) ; tandis que sur la vue antéro-postérieure, on constate que le bord interne de l'humérus est sain, et qu'il s'agit d'une masse d'apposition osseuse accolée au côté externe de l'os. Vers le centre de cette tuméfaction se remarque une zone allongée, plus perméable aux rayons, et due sans doute à un foyer de fongosités (fig. 486).

Obs. III. — C..., sapeur-pompier, est atteint, depuis le mois de février 1900, d'ostéomyélite de la partie moyenne de l'humérus droit. Un abcès a été ouvert, et il persiste un trajet fistuleux. Le 2 juillet 1900, les rayons de Roentgen montrent, par l'examen antéro-postérieur, un renflement fusiforme de l'humérus correspondant à la partie inférieure de la diaphyse (fig. 487).

Les lésions sont plus caractéristiques, sur l'image externe-interne (fig. 488) ;



Fig. 485.



Fig. 486.



Fig. 487.



Fig. 488.

on reconnaît un foyer d'ostéomyélite, avec raréfaction portant sur une certaine étendue du canal médullaire et de la paroi postérieure du cylindre diaphysaire ; les lésions sont en regard de la fistule cutanée précédemment mentionnée. Nous ignorons quel traitement a été appliqué, et quelles en furent les suites. Un large évidement osseux était, sans contredit, indiqué dans la circonstance.

§ 3. — Affections congénitales du bras

Nous n'avons pu étudier, comme affection rentrant dans ce paragraphe, qu'un cas d'exostose ostéogénique de l'extrémité supérieure de l'humérus, qui fut opéré par M. le Professeur Delorme.

Obs. I. — B..., 28e dragons, prétend que la grosseur qu'il porte s'est développée à la suite d'une chute sur la main, dans un escalier, trois mois et demi auparavant. Au niveau de la face externe du moignon de l'épaule droite, existe en effet une tumeur, du volume d'une forte orange, soulevant le deltoïde dont les insertions inférieures sont tiraillées. La tumeur, de consistance dure, adhère à la face supéro-externe de l'humérus et semble indépendante du deltoïde qui glisse à sa surface. La radiographie faite en mai 1899, nous permet de voir une belle exostose fongiforme de la partie externe et supérieure de l'humérus

(fig. 489). L'exostose primitivement développée au niveau de cartilage de conjugaison, s'en est trouvée ultérieurement éloignée, avec l'allongement de la diaphyse. Elle est constituée par une tête ayant la structure du tissu aérolaire,

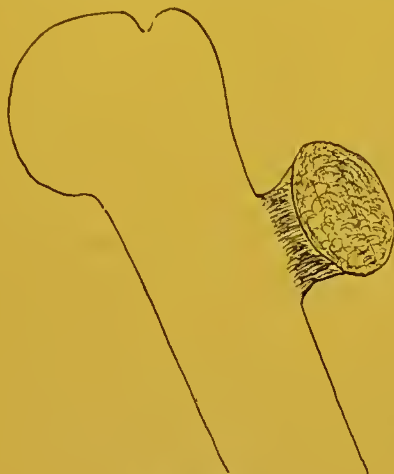


Fig. 489.

et un col formé par des systèmes de Havers parallèles, venant par leur base se continuer avec la paroi diaphysaire.

L'excision de la masse fut facile et ne fut pas suivie de récidive.

CHAPITRE VII

AFFECTIONS DE L'ÉPAULE

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus par causes communes. — Ces fractures peuvent porter sur les tubérosités ; ou bien elles intéressent le col anatomique ou le col chirurgical.

a) Fractures tubérositaires. — Elles reconnaissent pour mécanisme : l'arrachement ou le télescopage.

Un type de fracture par arrachement de la grosse tubérosité nous semble être le suivant : un homme de soixante-cinq ans fait une chute sur l'épaule ; on diagnostique une luxation dont on tente la réduction par le procédé de Kocher. Le blessé continuant à souffrir, nous le radiographions huit jours plus tard, et constatons (fig. 490) que la grosse tubérosité est détachée, sous la forme d'un copeau allongé, séparé du reste de l'os par deux encoches, l'une supérieure et l'autre inférieure, réunies entre elles par une fissure.

L'arrachement tubérositaire s'est-il produit au moment de la luxation, ou pendant la manœuvre de rotation en dedans qui constitue l'un des temps du procédé de Kocher ; il nous est impossible de le dire.

Deux autres blessés qui avaient fait une chute sur le moignon de l'épaule et chez lesquels on ne pouvait poser cliniquement que le diagnostic de contusion de la tête humérale, présentèrent à la radiographie une lésion sensiblement identique. On voyait, à la partie inférieure de la grosse tubérosité, une pointe osseuse faisant saillie en bas et en dehors, séparée de la face externe de l'os par une encoche assez profonde (fig. 491). Il était impossible de distinguer aucun trait de fracture partant du sommet de l'encoche et se dirigeant vers le haut.

Il s'agissait là évidemment de fractures par télescopage, par inflexion avec pénétration oblique de la corticale dans le tissu aréolaire, analogues à celles que nous avons observées sur l'extrémité inférieure du radius. Le mécanisme de production nous semble être le suivant : la tête, pendant le choc, appuyant en dedans sur la cavité glénoïde et en haut sur la voûte acromio-coracoïdienne, a subi un mouvement de projection en dehors et en bas. La partie interne du col chirurgical a résisté, grâce à son élasticité, à

l'effort d'extension produit de ce côté, tandis que du côté externe la flexion a amené une rupture de la lame corticale, à la base de la grosse tubérosité, puis la métaphyse a pénétré dans le tissu épiphysaire.

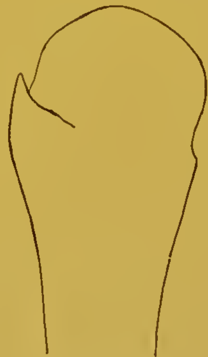
Chez un autre blessé qui avait fait également une chute sur l'épaule, l'encoche qui séparait un copeau osseux adhérent par sa base à la grosse tubérosité, se prolongeait horizontalement à travers la tête humérale, où on pouvait la suivre sous forme d'une fissure parcourant environ le tiers externe de cette dernière (fig. 492).

C'est encore là un résultat de la pénétration oblique latérale externe du fragment inférieur dans le supérieur, portée à un degré un peu plus prononcé que précédemment. Le côté externe de l'humérus avait subi un certain rac-


Fig. 490.


Fig. 491.


Fig. 492.


Fig. 493.

courcissement, et le bras pendant normalement le long du corps se trouvait placé en légère abduction. On ne fit aucune tentative de réduction et le traitement par le massage fut seul employé.

Dans un dernier cas de fracture tubérositaire, observé chez un homme qui avait fait une chute sur l'épaule, au moment d'une attaque d'épilepsie, nous avons constaté que c'était le fragment supérieur huméral qui avait pénétré le fragment inférieur; aussi l'encoche résultant de la pénétration qui s'était faite du côté postéro-externe, avait son ouverture dirigée vers le haut (fig. 493).

Chez ce sujet, le bras étant fixé en rotation interne par la contracture musculaire, il en résultait que la grosse tubérosité se trouvait placée en avant au moment de la radiographie, et c'est pourquoi son contour ne se voit pas sur l'image antéro-postérieure obtenue.

b) Fractures du col anatomique. — Elles offrent un intérêt tout particulier. Nous les avons rencontrées à l'état simple, avec pénétration et éclatement, et avec luxation de la tête humérale.

Dans un seul cas la fracture était simple.

Obs. I. — M..., 18e dragons, fait une chute de cheval sur l'épaule, le 4 mars 1899.

Il présente consécutivement des phénomènes d'arthrite subaiguë, avec atrophie des muscles de l'épaule. Une première radiographie, prise le 26 mai, nous montre nettement visible encore, un trait de fracture parcourant toute l'étendue du col anatomique, avec une encoche au niveau de la partie supérieure du

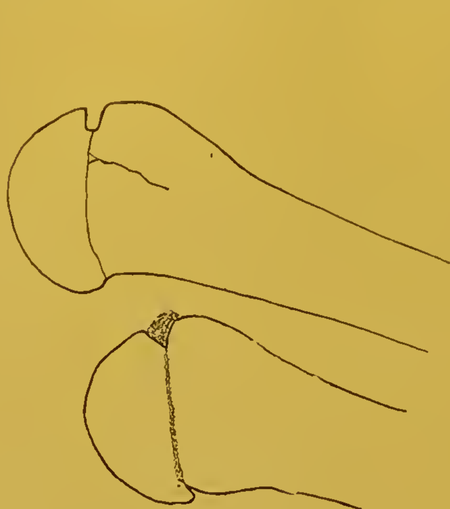


Fig. 494-495.



Fig. 496.

col, et une fêlure perpendiculaire s'irradiant dans la partie métaphysaire de l'os (fig. 494).

Sur une nouvelle épreuve obtenue le 18 août, on constate que la consolidation s'est produite ; la tête humérale a un peu glissé en bas et en dedans, l'encoche supérieure est comblée par du tissu osseux, et la fêlure verticale n'existe plus (fig. 495).

Nous n'avons non plus recueilli qu'une seule observation de fracture avec pénétration et éclatement.

Obs. II. — B..., garde républicain, tombe de sa hauteur, sur le moignon de l'épaule, le 21 décembre 1899, en courant. La radiographie, faite huit jours plus tard, révèle l'existence d'une fracture avec pénétration et éclatement ; la tête humérale a légèrement basculé en avant, et se trouve divisée en plusieurs fragments (fig. 496).

Dans ce cas, comme dans le précédent, le traitement par le massage et la mobilisation fut employé et le résultat a été excellent.

Nos observations de fracture du col anatomique avec luxation de la tête humérale en bas et en avant sont au nombre de cinq.

Obs. III. — M..., lieutenant d'artillerie, a fait une chute de cheval, il y a quatre mois ; on avait diagnostiqué une luxation de la tête humérale en avant et la réduction immédiate fut pratiquée. Lorsque nous voyons le blessé, le 4 juin 1899, il se plaint de ne pouvoir se servir de son membre, et cliniquement il semble qu'il persiste une subluxation de la tête humérale en avant. La radiographie (fig. 497) permet de constater une fracture du col anatomique, avec luxation en bas et en avant de la tête humérale qui paraît adhérer à la moitié interne du fragment inférieur qui l'aurait pénétré.

Le blessé étant de passage ne consentit pas à entrer à l'hôpital, et nous ignorons si ultérieurement, une intervention opératoire eut lieu.

Obs. IV. — J..., capitaine d'artillerie, dans une chute de cheval, le 16 août 1898, tombe sur le coude gauche, croit-il, le bras en abduction. On diagnostique une luxation de la tête humérale, que l'on tente de réduire par différents procédés, et entre autres le Kocher. L'examen aux rayons de Roentgen, pratiqué



Fig 497.



Fig. 498.

le 5 septembre, montre qu'il y a eu fracture du col anatomique, avec luxation en bas et en avant de la tête qui ne se trouve plus en rapport avec le fragment inférieur que par une faible étendue de son segment supérieur (fig. 498). Une intervention chirurgicale est proposée au blessé ; il la refuse et quitte l'hôpital.

Obs. V. — F..., colonel, tombe de tricycle à pétrole, sur l'épaule gauche. On croit reconnaître une luxation, et on essaye, à plusieurs reprises et sans succès,



Fig. 499.



Fig. 500.

a réduction par le procédé de Kocher. Au bout de quarante-six jours, ne pouvant se servir de son membre, il entre à l'hôpital du Val-de-Grâce. Le 12 juillet

1899, la radiographie décèle une fracture du col anatomique, avec luxation de la tête humérale en bas, et ascension du fragment inférieur (fig. 499). Les deux fragments chevauchent complètement, mais doivent cependant être engrainés partiellement, car en agissant sur le levier huméral, on mobilise la tête que l'on sent dans l'aisselle.

M. le professeur Robert pratiqua l'extraction de la tête humérale, au moyen d'une incision axillaire parallèle au paquet vasculo-nerveux.

Le résultat fonctionnel fut excellent.

Obs. VI. — C..., 13e artillerie, fait une chute de cheval, sur le moignon de l'épaule gauche, le 13 janvier 1900. On diagnostique une luxation de l'épaule que l'o tente de réduire le jour même : on n'arrive à aucun résultat. Sur l'épreuve radiographique obtenue le 26 mars, nous voyons une fracture du col anatomique, avec subluxation de la tête en bas et en avant : cette dernière a glissé légèrement en bas, sur le fragment inférieur. Plusieurs esquilles, de volume variable, entourent le foyer de fracture, particulièrement à sa partie supérieure (fig. 500). Il n'y eut pas d'intervention opératoire pratiquée : le fonctionnement ultérieur de l'articulation nous est inconnu.

Obs. VII. — De K..., colonel, a fait une chute de cheval sur l'épaule gauche, en 1890. Il fut traité par le massage et par la mobilisation. Dix ans plus tard, nous l'examinons et constatons que l'articulation scapulo-humérale est ankylosée, le bras fixé en légère abduction. La radiographie nous montre une ancienne fracture du col anatomique, avec luxation de la tête sous l'apophyse caracoïde. Les deux fragments se sont réunis par un cal allongé, rappelant le col du fémur, et l'aspect actuel de l'extrémité supérieure de l'humérus ressemble à la déformation fémorale connue sous le nom de coxa-vara (fig. 501). Aucune intervention opératoire ne fut exécutée.

PATHOGÉNIE DES FRACTURES DU COL ANATOMIQUE

Les blessés ne peuvent généralement préciser sur quelle partie ils sont tombés ; la plupart estiment que le choc a porté sur la face externe du moignon de l'épaule, et un seul, parmi ceux dont nous avons relaté les observations, croit que c'est par le coude fléchi et écarté du tronc, qu'il a heurté le sol en premier lieu.

Quoiqu'il en soit, nous allons tenter de déduire, de l'étude des images radiographiques, le mécanisme probable des lésions, sans rapporter les opinions des divers auteurs.

Comment se produit la fracture simple ? En cas de chute directe, sur la partie antéro-externe du moignon de l'épaule, ou sur le coude fléchi et porté légèrement en avant et en abduction, le choc transmis à la tête humérale appuyant contre la cavité glénoïde, va se communiquer suivant une direction oblique en haut et en arrière. La tête va prendre point d'appui sur le segment postéro-supérieur du sourcil glénoïdien, où elle se calera, alors que l'humérus pour continuer son mouvement, sera obligé de se rompre. La fracture se produira au niveau du sillon circulaire qui sépare la tête humérale du reste de l'os, et qui représente un point faible.

Si la violence traumatique a épuisé à ce moment son action, tout se borne là. Mais, après la production de la fracture, s'il reste encore de la

force vive disponible, nous allons voir se réaliser la pénétration et l'éclatement, ou bien le glissement et l'énucléation de la tête humérale.

Si le tassement des trabécules humérales n'a pas lieu dans une direction trop oblique par rapport au plan de la cavité glénoïde, la tête séparée, glisse à peine en bas et en avant sur le fragment inférieur, et ce dernier la pénètre et la fait éclater plus ou moins.

Supposons que la force agissante ait une direction plus oblique d'avant en arrière, et de bas en haut, sur le plan de la cavité glénoïde, la tête pressée, entre le fragment inférieur de l'humérus qui cherche à se diriger en haut, en arrière et en dedans, et le plan de la glénoïde incliné en avant et en dedans, glissera sur ce plan, s'énucléera par le mécanisme du noyau de cerise, et s'échappera à travers la partie antéro-inférieure de la capsule, pour venir se placer dans l'aisselle, sous l'apophyse caracoïde. L'énucléation sera ainsi complète, et les surfaces de fracture des deux fragments n'auront plus aucun rapport direct. Mais il pourra également se faire que la tête soit arrêtée dans son glissement, après un parcours d'étendue variable, par la pénétration de la partie antéro-inférieure du fragment inférieur dans la partie postéro-supérieure de la surface de section de la tête.

Nous avons eu l'occasion d'observer, sur nos radiographies, ces différentes variétés de la fracture du col anatomique, et ces divers degrés du déplacement de la tête.

TRAITEMENT DES FRACTURES DU COL ANATOMIQUE

Lorsque la fracture sera simple, on s'accompagnera de pénétration et d'éclatement modérés, le massage et la mobilisation constitueront le traitement de choix, avec l'adjonction des autres agents de la thérapeutique physique.

Mais que faire, en cas de déplacement prononcé, d'énucléation de la tête humérale ?

Il faut, croyons-nous, renoncer à tenter le refoulement de la tête vers la cavité glénoïde, en pressant sur elle avec les doigts, comme le conseillait Richet, ou en s'aidant d'un poinçon, à l'exemple de Duplay. On arrivera exceptionnellement au résultat cherché, même si l'on a soin, comme l'indique Berger, d'exercer préalablement des tractions sur le bras, pour dégager la tête, avant de tenter son refoulement dans la cavité articulaire.

Si l'on voulait absolument conserver la tête humérale, il serait préférable de la mettre à découvert, par une incision axillaire, de la désenclaver et de la refouler à ciel ouvert. Mais, même en procédant de la sorte, l'irrégularité de la surface des fragments et leur enclavement sont souvent tels, que l'on n'arriverait à rien ; nous avons pu nous en assurer, en assistant M. le professeur Robert, dans l'opération du blessé de l'observation V.

L'examen des radiographies permet de rejeter, sans qu'il soit nécessaire de discuter, la méthode qui consiste à traiter immédiatement la fracture, et à remettre à plus tard la réduction de la luxation, quand la fracture est consolidée.

Dans la méthode de Riberi, on pratique immédiatement la mobilisation et le massage de l'articulation, dans le but d'obtenir une néarthrose. Elle est de beaucoup préférable aux précédentes, et pourrait être employée, dans les cas où le sujet refuserait absolument toute intervention sanglante. Cependant le résultat définitif de ce traitement, appliqué au blessé de l'observation VII, n'est pas précisément encourageant.

La seule méthode recommandable consiste à faire l'extraction de la tête au moyen d'une incision pratiquée sur elle dans l'aisselle, en passant selon les cas en avant ou en arrière du faisceau vasculo-nerveux ; on enlèvera en même temps les esquilles aberrantes reconnues par la radiographie, ou par l'exploration digitale. On aidera ensuite à l'établissement d'une néarthrose en bonne position, entre l'extrémité supérieure de l'humérus et la cavité glénoïde, ou mettant en œuvre les agents habituels de la thérapeutique physique.

c) Fractures du col chirurgical. — Ces fractures s'accompagnaient toutes de pénétration ; les unes sans déviation de la tête ; les autres avec inclinaison ou rotation de celle-ci.

Une seule fois la pénétration fut verticale sans changements dans la situation de la tête.

Obs. I. — De M..., lieutenant de cavalerie, fait une chute de cheval, sur l'épaule droite, le 28 juin 1901. Je l'examine le surlendemain de l'accident, et constate une fracture du col chirurgical, avec pénétration directe du fragment



Fig. 501.



Fig. 502.

inférieur dans le supérieur, et sans éclatement de ce dernier (fig. 502). La tête humérale a conservé sa direction normale ; il existe tout simplement un raccourcissement insignifiant du bras. Le traitement par le massage fut institué, et le membre reprit complètement ses fonctions.

Dans trois cas la fracture du col chirurgical s'accompagnait de pénétration du fragment inférieur, dans le fragment supérieur, en dedans seulement ; il en résultait que la tête s'était inclinée en dedans par rotation autour de

son axe antéro-postérieur; il existait un scapulum varum plus ou moins prononcé.

Obs. II. — P..., lieutenant d'infanterie coloniale, dans une chute de cheval, sur l'épaule gauche, le 17 août 1901, se luxa la tête de l'humérus. La réduction fut pratiquée par le procédé de Kocher. Le 28 octobre, nous notons de l'atrophie des muscles de l'épaule, particulièrement du deltoïde, et de la raideur de l'articulation. Une fracture transversale du col chirurgical avec pénétration en dedans du fragment inférieur dans le supérieur, apparaît sur la plaque (fig. 503).

Obs. III. — G..., capitaine instructeur de cavalerie, est tombé de cheval sur l'épaule gauche. Radiographié en 1898, un certain temps après l'accident, nous voyons des lésions analogues, mais plus accentuées que dans le cas précédent (fig. 504).

Obs. IV. —C..., élève de l'École polytechnique, fait au manège, le 26 mai 1899, une chute de cheval, sur la partie antérieure du moignon de l'épaule gauche.

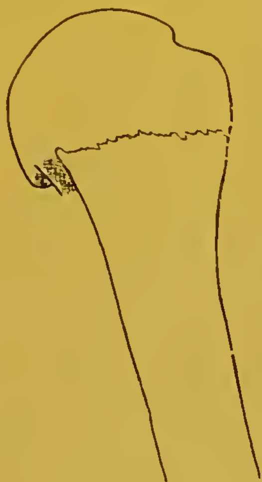


Fig. 503.

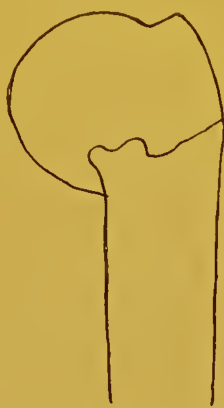


Fig. 504.



Fig. 505.

Nous constatons l'existence (fig. 505) d'une fracture oblique du col chirurgical, avec engrènement des fragments, forte inclinaison de la tête en dedans, et saillie en dehors d'une pointe osseuse formée par l'extrémité supérieure du fragment inférieur. Aucune réduction ne fut tentée, et le traitement par le massage institué. Nous ne savons rien au sujet du fonctionnement ultérieur du membre.

Chez trois autres blessés, la fracture du col chirurgical s'accompagnait de pénétration du fragment inférieur dans le supérieur, en dehors seulement, avec rotation de la tête dans ce dernier sens, et production d'un scapulum valgum.

Obs. V. — S..., sous-chef de bureau au Ministère, est radiographié le 19 mars 1901, trois semaines après une chute sur l'épaule droite. Sur l'épreuve on voit une fracture oblique du col chirurgical, avec pénétration en dehors du fragment inférieur dans le supérieur; une petite esquille libre, se trouve de chaque côté du foyer de fracture (fig. 506). Traitement par le massage. Le résultat fonctionnel ultérieur fut satisfaisant.

Obs. VI. — J..., maréchal des logis de la garde républicaine, tombe de cheval, sur le moignon de l'épaule droite, le 24 septembre 1898. Nous découvrons une fracture transversale du col chirurgical, avec pénétration de la partie externe du fragment inférieur dans le supérieur; la tête a subi un mouvement de rotation en dehors et en arrière; une esquille fait saillie en dehors, dans l'angle



Fig. 506.



Fig. 507.

délimité par les deux fragments (fig. 507). Traitement par le massage, sans réduction préalable.

Nous revoyons le malade, en juillet 1899, après une saison à Bourbonne. Le coude droit reste écarté du tronc de 10 centimètres environ; les mouvements tant actifs que passifs, sont très restreints dans l'articulation scapulo-humérale. Une épreuve nouvelle montre la consolidation vicieuse de la fracture, avec persistance de la rotation de la tête en dehors et en arrière (fig. 508).

Obs. VII. — V..., médecin-major, s'est fait, il y a quatre mois, en versant avec une voiture, une fracture du col chirurgical de l'humérus droit. Quand

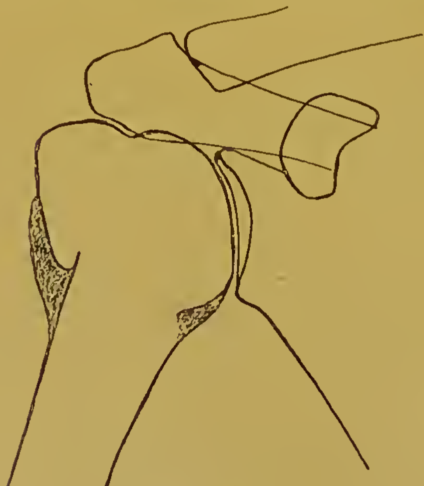


Fig. 508.



Fig. 509.

nous l'examinons, le 27 décembre 1903, les mouvements de l'épaule restent incomplets et douloureux. Sur l'image antéro-postérieure, nous constatons que

la tête humérale s'est renversée en dehors et en arrière ; il existe un scapulum valgum prononcé (fig. 509).

L'épreuve verticale, axillo-sus-claviculaire indique que la tête humérale est rejetée en arrière du fragment inférieur et que ce dernier semble venir en contact avec la cavité glénoïde, par son extrémité supérieure (fig. 510).

Dans deux autres observations, le fragment inférieur semblait avoir pénétré le supérieur, par toute sa circonférence, mais un peu obliquement toutefois, de telle sorte que chez l'un des blessés, la tête humérale était inclinée en dedans et chez l'autre en dehors.

Obs. VIII. — C..., dessinateur au Ministère, fait une chute sur le moignon de l'épaule droite, le 13 décembre 1901. Les rayons X décèlent l'existence d'une

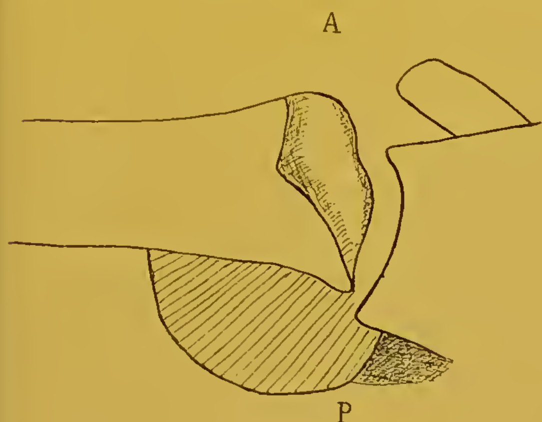


Fig. 510.


Fig. 511.

fracture du col chirurgical, avec pénétration du fragment inférieur dans le supérieur, plus accentuée en dedans qu'en dehors, d'où inclinaison de la tête en dedans (fig. 511).

Traitement par le massage.

Obs. IX. — F..., douze ans, enfant de troupe, tombe le 27 juin 1901, du haut d'un cerisier, sans pouvoir dire, sur quelle partie du membre supérieur s'est fait la chute. Le médecin qui l'a soigné a pensé à une contusion de l'épaule et s'est contenté de pratiquer du massage.

Nous l'examinons le 24 juillet 1902, et nous trouvons la tête humérale en place ; mais il existe sur la face antérieure de l'épaule, en dehors de l'apophyse coracoïde, une saillie osseuse prononcée.

Les mouvements de l'articulation scapulo-humérale sont libres ; le deltoïde est légèrement atrophié ; le bras droit présente, comparativement au gauche, un raccourcissement de 3 centimètres.

Le 24 juillet 1902, nous prenons une radiographie antéro-postérieure (fig. 512), dont l'interprétation semble indiquer une fracture du col chirurgical, avec pénétration du fragment inférieur dans le supérieur qui s'est renversé en dehors et a subi un éclatement partiel, au niveau de sa base.

Mais comme cette indication est loin de nous satisfaire, et ne répond pas du tout aux constatations cliniques qu'elle ne peut expliquer, nous songeons immédiatement à prendre une seconde vue, dans un plan perpendiculaire.

Nous couchons le sujet, le bras en abduction à angle droit, la plaque fixée

tangentiellement à la face supérieure de l'épaule et faisons pénétrer les rayons horizontalement par l'aisselle. Cette nouvelle épreuve verticale inféro-supérieure, ou axillo sus-claviculaire, nous permet alors de comprendre la disposition réelle des lésions et d'expliquer les données fournies par la clinique. Nous voyons (fig. 513), que la saillie osseuse perceptible sous le deltoïde, en dehors de la caracoïde, est constituée par la partie antérieure et supérieure du fragment inférieur, qui s'est déplacé en avant du supérieur, chevauchant la partie antéro-interne de ce dernier. Les deux fragments sont soudés par une coulée osseuse de cal, comblant l'angle à sinus postérieur et interne qu'ils délimitent.

Le diagnostic exact peut être ainsi libellé : fracture ancienne du col chirurgical de l'humérus, vicieusement consolidée, sans pénétration, mais avec chevauchement du fragment inférieur en avant du supérieur, les deux fragments délimitant un angle ouvert en arrière et en dedans.

Le fonctionnement de l'articulation de l'épaule étant satisfaisant, nous nous



Fig. 512.

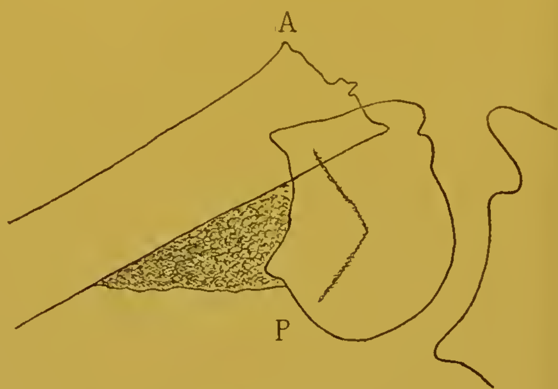


Fig. 513.

sommes simplement proposé de faire disparaître, ou de pallier, dans la mesure du possible, la déformation qui inquiétait les parents de l'enfant.

Le 25 août, sous le chloroforme, nous pratiquons une incision verticale, passant en dehors du sillon deltoïdo-pectoral, et chevauchant la partie osseuse saillante. Après avoir traversé un interstice celluleux du deltoïde, nous arrivons sur la pointe osseuse sur laquelle passe, soulevé comme par un chevalet, le tendon de la longue portion du biceps qui est dégagé et récliné en dehors.

Avec la gouge et le maillet, nous reséquons alors la partie antérieure, anguleuse du fragment inférieur, de façon à supprimer la saillie antérieure de l'épaule, mais nous ne cherchons pas à remettre bout à bout les fragments qui sont soudés solidement.

La plaie opératoire fut suturée et se réunit par première intention. Le blessé quitta l'hôpital le 8 septembre, avec une déformation très atténuée du moignon de l'épaule.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DES FRACTURES DU COL CHIRURGICAL

Les différents types de fracture du col chirurgical ont un mécanisme assez obscur. On peut se rendre compte de leurs différentes variétés par raisonnement inductif, car le plus souvent les blessés se contentent de nous

dire qu'ils ont fait une chute sur l'épaule, sans pouvoir spécifier davantage.

La fracture par pénétration directe, avec ou sans éclatement du fragment supérieur, résulterait d'une chute sur le coude, dans laquelle l'impulsion transmise à l'humérus, suivant son axe, amènerait d'abord la rupture des trabécules osseuses au niveau du col chirurgical, puis secondairement la pénétration de la métaphyse dans l'épiphyse, avec ou sans éclatement de cette dernière.

La force transmise par la colonne humérale est-elle oblique en dedans ou en dehors, selon que le coude rencontre le sol en adduction, ou en abduction, nous voyons alors se produire les pénétrations circonférentielles obliques, ou bien latérales internes ou externe.

Si l'adduction du bras est plus prononcée, le fragment inférieur se déplacera davantage et viendra faire saillir en avant du supérieur, en cas de chute sur le coude porté en dedans et en arrière, comme c'était probablement le cas dans l'observation IX.

En cas de fracture avec pénétration latérale ou circonférentielle, sans déviation appréciable de l'humérus en scapulum varum ou valgum, il faut se contenter de maintenir le bras dans une écharpe, et commencer immédiatement le massage et la mobilisation.

S'il y a scapulum valgum prononcé, il y a lieu de pratiquer la réduction, en tirant sur le bras porté en adduction et en pressant directement sur les fragments ; s'il s'agit d'un scapulum varum, on fera au contraire des tractions en abduction. Dans les deux cas, comme la pénétration et l'engrènement des fragments sont généralement assez prononcés, les tractions devront être relativement fortes, et seront au besoin effectuées sous le chloroforme. Si l'on n'obtient pas la réduction par ces manœuvres externes, on mettra immédiatement les fragments à découvert, au moyen d'une incision appropriée et on les désengrénera par l'intermédiaire d'un levier introduit entre les surfaces osseuses.

Toutes les fois que l'on aura été obligé de procéder à la réduction, il sera nécessaire de la maintenir, en appliquant la gouttière plâtrée de Hennequin, jusqu'à ce que la consolidation soit suffisante pour permettre de procéder au massage et à la mobilisation.

Se trouve-t-on en présence d'un cal vicieux, comme c'était le cas dans notre observation IX, il faudra se borner à pratiquer une opération de nivellement, en réséquant la partie saillante du fragment inférieur.

2° Luxations de l'épaule. — Les blessés atteints de luxations de l'épaule arrivent le plus souvent à l'hôpital, la réduction ayant été pratiquée par le médecin qui les a vus immédiatement après l'accident; aussi ce n'est qu'exceptionnellement que nous avons pu en radiographier quelques cas, les uns simples, les autres compliqués de fractures. Nous joindrons à leur étude celle des subluxations d'origine paralytique.

a) Subluxations de la tête humérale. — Nous avons recueilli deux observations de subluxation de la tête humérale en bas, survenues consécutivement à une paralysie d'origine traumatique du deltoïde.

Obs. I. — G..., cinquante-huit ans, invalide de la Marine, présente une atrophie complète du deltoïde gauche, qui date d'un grand nombre d'années, et s'est développée consécutivement à un traumatisme de l'épaule. La radiographie faite en 1898 (fig. 514) ne fait que confirmer le diagnostic clinique, et



Fig. 514.



Fig. 515.

nous montre la tête éloignée de l'acromion, et n'étant plus en rapport qu'avec la moitié inférieure de la cavité glénoïde.

Obs. II. — C..., lieutenant d'artillerie, se fait dans une chute de cheval, le 4 avril 1898, une luxation de l'épaule droite, qui fut réduite immédiatement. Le 10 juillet nous constatons de l'impotence du membre, de la raideur et de la gêne des mouvements dans l'articulation scapulo-humérale, et une atrophie très prononcée du deltoïde. Les rayons de Roentgen indiquent que la tête a subi un certain degré de subluxation inférieure, comme dans le cas précédent.

b) Luxations simples de la tête humérale. — Nous avons radiographié deux cas de luxations sous-coracoïdiennes simples, récentes et non réduites.

Obs. I. — C..., cavalier de remonte, fut atteint, le 8 février 1901, de luxation de l'épaule droite, dans des conditions un peu particulières. Il tenait par la bride un cheval qui tira au renard, lui souleva violemment le bras, puis en se cabrant lui mit un de ses pieds de devant sur l'épaule. La radiographie faite le lendemain confirma l'existence d'une luxation sous-coracoïdienne, sans fracture concomitante (fig. 515). La réduction fut obtenue facilement.

Obs. II. — G..., femme très adipeuse, de cinquante-cinq ans environ, fut renversée par un cheval, et tomba sur l'épaule. Vu son état d'embonpoint, il était très difficile d'établir un diagnostic clinique exact. Quelques jours après l'accident, l'emploi des rayons X nous permit de conclure à la présence d'une luxation sous-coracoïdienne de la tête humérale, dont la réduction fut facile. L'image obtenue était sensiblement la même que dans le cas précédent.

c) Luxations de la tête humérale, compliquées de fractures partielles de cette dernière. — Les deux observations que nous allons relater diffèrent des fractures du col anatomique avec énucléation de la tête, que nous avons étudiées précédemment. Dans ces cas il s'agissait réellement de fractures, avec déplacement secondaire des fragments, tandis que maintenant nous allons nous trouver en présence de lésions présentant tous les caractères cliniques des luxations vraies, et dans lesquelles la radiographie seule a permis de constater l'existence de traits de fractures incomplètes, ou d'arrachements tubérositaires concomitants.

Obs. I. — C..., capitaine d'artillerie, est atteint, depuis quatre semaines, de luxation sous-coracoïdienne méconnue de l'épaule droite ; aucune tentative de réduction n'a été pratiquée. Il existe une impotence fonctionnelle presque totale de l'épaule, et une atrophie notable du deltoïde et des muscles scapulo-huméraux. Le 5 septembre 1901, nous reconnaissons une luxation sous-coracoïdienne de l'humérus, avec arrachement des tubérosités qui sont inclinées en dehors, par rapport à l'axe de l'os ; un trait de fracture transversal, incomplet, divise la partie supérieure du col anatomique (fig. 516).



Fig. 516.

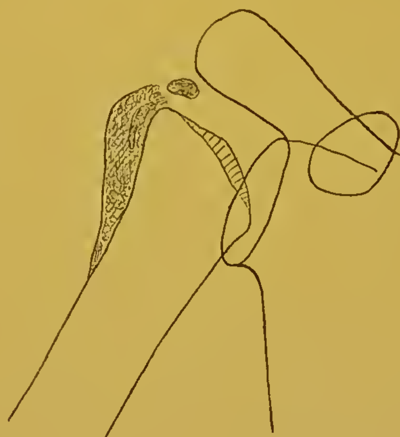


Fig. 517.

Diverses tentatives de réduction sont faites sans aucun succès, et quelques jours plus tard, M. le Professeur Nimier pratique la resection de la tête humérale.

Une radiographie, obtenue le 28 octobre, permet de constater que l'extrémité supérieure de l'humérus se trouve en correspondance avec la cavité glénoïde, est qu'elle est en train de se renfler en massue, grâce à des ossifications périostiques développées surtout à sa partie externe (fig. 517).

Obs. II. — N..., maréchal-des-logis au 2° hussards a fait une chute de cheval sur l'épaule gauche, le 10 décembre 1899. Ne pouvant se servir de son membre, malgré des séances nombreuses de massage, il demande à être radiographié, le 23 janvier 1900.

Nous observons (fig. 518) une luxation sous-coracoïdienne de l'humérus, avec fracture incomplète de la partie inférieure du col anatomique et arrachement des tubérosités divisées en plusieurs fragments. Nous n'avons pas suivi

ce blessé, et ignorons le traitement appliqué, ainsi que le résultat fonctionnel obtenu.

Une conclusion nous semble découler des deux observations précédentes, c'est que dans tous les traumatismes de l'épaule, et surtout dans les cas qui présentent quelque obscurité clinique, l'emploi de la radiographie s'impose immédiatement. Si l'on constate une luxation compliquée de fracture partielle, il faudra alors pratiquer immédiatement la réduction. Celle-ci sera possible, car le levier huméral est à peu près intact, et la luxation prime la fracture ; toutefois il faudra employer la méthode par tractions sur le bras, avec refoulement direct de la tête, de préférence au Kocher qui risquerait d'aggraver les lésions de fractures.

3° **Entorses articulaires et péri-arthrites capsulaires ossifiantes consécutives.** — Nous en avons recueilli deux cas.

Obs. I. — F..., capitaine d'infanterie, présente de la gêne fonctionnelle de l'épaule droite, à la suite d'un traumatisme remontant à plusieurs années. Nous le radiographions le 26 novembre 1900. La tête humérale est régulière,



Fig. 518.



Fig. 519.

mais il existe au-dessus du col anatomique, des points ossifiés, dans le surtout articulaire capsulo-tendineux (fig. 519).

Obs. II. — J..., sous-lieutenant d'infanterie, fait une chute de cheval sur l'épaule gauche, le 10 octobre 1901. Nous l'examinons le 28 décembre et remarquons que les mouvements de l'articulation sont limités, surtout ceux de rotation ; l'abduction du bras ne dépasse pas 35 à 40 degrés, et pendant son exécution on perçoit des craquements. L'étude du cliché obtenu, indique l'existence de masses osseuses de néoformation, aux côtes interne et externe du col chirurgical, qui semblent s'être développées aux dépens des parties molles : la masse interne est particulièrement volumineuse. On ne découvre aucune trace de fracture ancienne, sur l'extrémité supérieure de l'humérus (fig. 520).

4° **Coups de feu de l'épaule.** — Nous en avons observé trois cas : deux fois le projectile logé dans les parties molles n'avait pas intéressé le squelette, et une fois il s'agissait d'une lésion osseuse ancienne.

Obs. I. — M..., 116° de ligne, reçut accidentellement, le 10 août 1896, une balle de revolver de 7 à 8 millimètres, tirée à bout portant. L'orifice d'entrée se trouve à 4 centimètres en dedans et au-dessus du mamelon gauche. Le blessé n'a pas craché de sang après l'accident, mais il a eu, un mois plus tard, une pleurésie du côté gauche. Il n'éprouve aucune gêne fonctionnelle, mais comme



Fig. 520.



Fig. 521.

le projectile n'est pas sorti, il désire savoir où il se trouve. Le 24 avril 1900, nous recherchons d'abord la balle, par un examen à l'écran, puis une fois découverte, nous fixons sa position sur la plaque sensible. Elle est placée à la face externe de l'humérus, un peu au-dessous du col chirurgical. Nous pouvons alors la sentir par la palpation, à la partie inférieure du sillon deltoïdo-pectoral gauche, en un endroit où le blessé ne soupçonnait pas sa présence. Une incision pratiquée à ce niveau permit de l'extraire facilement (fig. 521).

Obs. II. — H..., sergent au 4e tirailleurs algériens, a été blessé, il y a quatre ans, par un coup de feu tiré par un Arabe, à une distance inconnue. La balle



Fig. 522.



Fig. 523.

est entrée au niveau du sillon pectoro-deltoïdien, à quatre centimètres au-dessous de la clavicule droite ; il n'y a pas d'orifice de sortie. Il n'existe aucune gêne des mouvements de l'épaule ; pas d'atrophie musculaire ; pas de

douleur localisée à la pression. Le 24 novembre 1899, nous apercevons, au moyens des rayons de Roentgen, le projectile au niveau de l'interligne scapulo-huméral (fig. 522).

Le blessé ne voulant pas la laisser extraire, nous nous contentons, au moyen de la radioscopie, de déterminer approximativement sa profondeur. De l'étude de ses dimensions, et de la netteté de son contour, sur les images antéro-postérieure et postéro-antérieure comparées, nous concluons qu'elle se trouve placée dans les parties molles, en avant de l'articulation.

Obs. III. — S..., caporal réformé, a reçu, à 30 mètres environ de distance, un coup de feu à l'épaule gauche, en 1870. La balle est entrée par la face externe de l'épaule, à 4 centimètres au-dessous de l'acromion ; elle est sortie contre le côté gauche de l'apophyse épineuse de la deuxième vertèbre dorsale. Le blessé a craché du sang, après l'accident, et a eu une lésion du poumon dont il ne reste aucune trace. La plaie d'entrée a suppurée pendant un mois et a donné issue à des morceaux de vêtements et à des esquilles; elle ne s'est pas réouverte depuis.

Nous examinons le sujet, le 4 mai 1901. L'extrémité externe de la clavicule fait une légère saillie en haut; les muscles scapulo-huméraux et le deltoïde sont atrophiés.

L'articulation de l'épaule n'est pas ankylosée, toutefois les mouvements d'abduction et de projection du bras en avant et en arrière sont très limités.

Sur l'image antéro-postérieure, nous constatons, au niveau de l'angle supéro-externe du scapulum, la présence d'une masse osseuse irrégulière, sous-acromio-claviculaire, constituant à sa partie externe un condyle arrondi, avec lequel s'articule la tête humérale déformée et présentant l'aspect d'une cavité sigmoïde (fig. 523).

Somme toute, le traitement conservateur a donné dans ce cas un résultat satisfaisant, et la résection de l'épaule n'aurait sans doute pas mieux assuré le fonctionnement ultérieur de l'articulation.

§ 2. — Lésions infectieuses de l'épaule

Deux malades entrés à l'hôpital du Val-de-Grâce, en avril 1898, pour arthrite chronique tuberculeuse de l'épaule, furent radiographiés. Chez l'un nous pûmes voir, sur la plaque sensible, un foyer d'ostéite raréfiante, du volume d'une noisette, au niveau des tubérosités (fig. 524) ; chez l'autre, il y avait deux foyers distincts situés dans la région métaphysaire (fig. 525).

Nous eûmes également à traiter un élève de Saint-Cyr, atteint de périarthrite suppurée de l'épaule, de nature probablement tuberculeuse. Un abcès qui s'était formé, au niveau du sillon deltoïdo-pectoral, fut ouvert et gratté, et il persista une fistule. Les muscles du moignon de l'épaule, surtout le deltoïde, étaient notablement atrophiés, et il en était résulté une subluxation paralytique de la tête humérale en bas. L'articulation était enraidie, et le mouvement d'abduction du bras ne dépassait pas 25 à 30 degrés.

Le 22 août 1901, les rayons de Roentgen confirmèrent l'existence de la subluxation de la tête et montrèrent un petit foyer d'ostéite fongueuse, au niveau de la partie supérieure du col anatomique (fig. 526).

L'acromion, l'extrémité externe de la clavicule et la partie supérieure de l'humérus, présentaient des lésions d'ostéite raréfiante généralisée, telle qu'on la rencontre au voisinage des articulations envahies par la tuberculose.

Un soldat du 1er cuirassiers fut atteint d'arthrite suppurée de l'épaule droite, dans le cours d'une fièvre typhoïde, à la fin d'août 1899. Le pus ayant tendance à faire issue en arrière, une incision fut pratiquée au niveau de la partie externe

de la fosse sous-épineuse, et le doigt pénétra dans l'articulation qui fut drainée. La guérison se fit sans fistule, mais avec une ankylose à peu près complète de l'articulation scapulo-humérale, au niveau de laquelle on percevait des craquements forts, pendant les mouvements communiqués; les mouvements volontaires étaient à peu près nuls.

Le 23 novembre 1899, la radiographie nous montra que la tête humérale



Fig. 524.

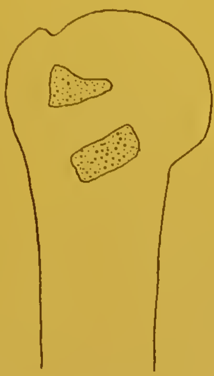


Fig. 525.



Fig. 526.

était subluxée en haut, qu'elle était atrophiée et présentait un contour irrégulier, avec des échancrures au niveau de sa surface cartilagineuse (fig. 527).

Dans un dernier cas, nous avons constaté de l'ostéite raréfiante diffuse, d'origine névritique.

Il s'agissait d'un gendarme qui avait fait une chute sur l'épaule, le 13 mai



Fig. 527.



Fig. 528.



Fig. 529.

1898, et présentait consécutivement, malgré le traitement par les agents ordinaires de la thérapeutique physique, et une saison à Bourbonne en 1899, une atrophie du deltoïde, avec impotence du membre supérieur gauche. Les mouvements passifs de l'articulation scapulo-humérale s'exécutaient librement, et sans produire de frottements. Sur la plaque impressionnée le 28 août 1899, on constatait au niveau de l'épiphyse et surtout de la métaphyse inférieure de l'humérus, une raréfaction des trabécules osseuses, et un agrandissement des aréoles médullaires.

§ 3. — Lésions congénitales de l'épaule

Un jeune garçon de six ans nous fut amené pour être radiographié, le 16 juillet 1899. Il présentait cliniquement de l'atrophie de la partie supérieure de l'humérus droit, et une paralysie des muscles scapulo-huméraux ; les accidents s'étaient développés sans cause bien déterminée.

En comparant les images fournies par chaque épaule, nous reconnûmes que le diamètre transversal de la partie supérieure de l'humérus était moindre à droite qu'à gauche, et que le noyau d'ossification épiphysaire présentait également un volume plus faible à droite (fig. 528 et 529). Il s'agissait sans doute de lésions de paralysie infantile localisée à l'épaule.

CHAPITRE VIII

AFFECTIONS DE LA RÉGION CLAVICULAIRE

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de la clavicule par causes communes. — Les fractures de la clavicule se présentent sous des aspects quelque peu différents, au point de vue clinique. La radiographie qui nous permet d'étudier sur le vivant, à travers les téguments intacts, la disposition exacte des fragments, nous est d'un grand secours, dans certains cas, pour nous aider à comprendre les dissemblances que nous constatons.

a) Fractures de l'extrémité interne de la clavicule. — Pour que l'étude des lésions de l'extrémité interne de la clavicule présente sur la plaque sensible une aussi grande netteté que possible, il est nécessaire de radiographier la région d'arrière en avant, le sujet étant assis et la plaque sensible fixée au contact de la face antérieure de l'os ; sans quoi sur les radiographies antéro-postérieures, l'extrémité interne de la clavicule qui se trouve à une grande distance de la plaque sensible, présente une image agrandie, à contours flous, et à texture peu visible.

Nous né pouvons mentionner qu'un cas de ce genre de fracture.

Obs. I. — G.... 71[e] de ligne, tombe de sa hauteur sur le moignon de l'épaule gauche, le 3 août 1900. On sent, au niveau de la partie interne de la clavicule, une saillie osseuse qui en impose pour une luxation incomplète en avant de cette



Fig. 530.



Fig. 531.

extrémité. La radiographie postéro-antérieure pratiquée le 6 août 1900, montre qu'il s'agit d'une fracture incomplète par télescopage oblique, avec pénétration de la métaphyse dans l'épiphyse, au niveau du bord inférieur de l'os : on ne remarque pas d'éclatement du fragment interne (fig. 530).

Ce type de fracture reconnaît le même mécanisme que celles qui intéressent l'extrémité inférieure du radius.

Aucune tentative de réduction ne fut faite, on se borna à pratiquer du massage et la guérison eut lieu avec un cal un peu saillant.

b) Fractures de la partie moyenne de la clavicule. — Nous les avons rencontrées simples ou à trois fragments.

Dans les fractures simples, la solution de continuité était transversale, ou oblique de haut en bas.

Ce qui intéresse surtout le chirurgien mis en présence d'une fracture de la partie moyenne de la clavicule, c'est la question de savoir s'il y a ou non un déplacement des fragments, et quel en est le sens et le degré. Les rayons de Roentgen peuvent nous être de quelque utilité dans ce but, alors qu'ils peuvent nous laisser dans l'incertitude, au sujet du diagnostic des fractures sans déplacement. Sous ce dernier rapport, l'observation suivante mérite d'être relatée.

Obs. I. — C..., 3e de ligne, fait une chute de bicyclette, le 14 avril 1903. Il présente une éraflure au niveau de la face postérieure de l'épaule droite et accuse une douleur, vers le tiers externe de la clavicule du mêmecôté. Pendant les jours suivants on provoque toujours de la douleur à la pression vers l'union du tiers moyen et du tiers externe de la clavicule; il n'existe ni tuméfaction, ni ecchymose à ce niveau. On ne constate pas de mobilité, ni de flexibilité anormale sur le trajet de la clavicule et on ne produit pas de douleur nette par la mobilisation à distance.

La radiographie prise le 22 avril, dans le sens postéro-antérieur n'indique aucun trait de fracture. Mais il faut tenir compte de ce que la clavicule subissant du fait de la respiration, de petits mouvements involontaires, pendant le temps d'impression de la plaque, l'image des trabécules osseuses n'est jamais suffisamment nette pour faire voir sur le cliché le trait d'une fracture incomplète, sans déplacement des lèvres de la solution de continuité.

Il s'agissait évidemment chez notre malade d'une fracture incomplète, car le lendemain pendant un nouvel examen, nous perçumes à un moment donné de la crépitation et de la flexibilité anormale au point douloureux. La fracture s'était sans doute complétée, sous l'influence des pressions. Un cal globuleux et peu saillant se développa et le 22 mai le blessé partit en convalescence avec une clavicule solide, et de forme parfaite.

Pour se rendre un compte exact des déplacements des fragments dans le plan vertical, il suffit de prendre une radiographie antéro-postérieure, ou mieux postéro-antérieure de la région. Nous avons examiné nos blessés, en utilisant tantôt l'incidence antérieure, tantôt l'incidence postérieure des rayons, et nous avons constaté des chevauchements coïncidant avec des fractures transversales, ou avec des fractures obliques de haut en bas.

Pour juger de l'existence du déplacement dans les fractures obliques d'avant en arrière, il faudrait prendre une radiographie verticale axillo-sus-claviculaire, les rayons pénétrant obliquement par l'aisselle et impressionnant la plaque disposée tangentiellement à la région sus-claviculaire et aussi horizontalement que possible.

En étudiant attentivement les épreuves de fractures de la clavicule que nous avons obtenues, en employant les incidences antérieure ou postérieure, il est possible de supposer que dans plusieurs cas que nous avons considérés comme étant des fractures transversales, il devait s'agir de fractures obliques dans le plan sagittal.

L'emploi de l'incidence axillo-sus-claviculaire eut également pu nous permettre de déceler la présence d'une fracture incomplète de la face antérieure ou postérieure de la clavicule, dans l'observation I, où la solution de continuité n'a pas été révélée par l'incidence horizontale.

Sur 13 blessés atteints de *fractures simples*, nous notons que le trait était sensiblement transversal, en rave ou dentelé, dans 7 cas, et qu'alors le fragment interne se trouvait constamment déplacé en haut, chevauchant plus ou moins l'externe.

Toutes les images obtenues se ressemblant sensiblement, nous nous bornerons à reproduire l'une d'elles (fig. 531).

Le traitement appliqué fut variable ; le plus souvent on se contenta de soutenir l'avant-bras, avec une écharpe, et de masser la région traumatisée. Dans deux cas traités par les bandages de Desault et de Gerdy, la radiogra-



Fig. 532.



Fig. 533.

phie faite après l'application de ces moyens de contention, nous montra que le déplacement des fragments persistait sensiblement au même degré qu'avant.

Cinq malades présentaient une fracture oblique de haut en bas ; trois fois le trait se dirigeait de dedans en dehors, et deux fois de dehors en dedans. Chez l'un des premiers, le fragment interne était déplacé en haut, et chevauchait l'externe (fig. 532). Chez les autres, les fragments restés en contact s'étaient infléchis vers le haut, et l'axe de la clavicule formait une courbe à convexité supérieure.

L'une des fractures obliques de dehors en dedans fut radiographiée, après l'application de l'appareil plâtré de Ledentu. Sur l'image postéro-antérieure, la seule qui fut prise, les fragments semblaient en excellente position (fig. 533) ; mais quatre mois plus tard nous avons eu l'occasion de revoir le blessé, et de constater un gros cal : l'extrémité du fragment interne faisait une saillie accentuée sous la peau. L'examen antéro-postérieur aux rayons de Roentgen permit de conclure que le cal était formé surtout aux dépens de l'extrémité du fragment interne, laquelle était renflée en massue et placée en avant du fragment externe qu'elle chevauchait (fig. 534).

Pour constater nettement ce chevauchement dans le plan horizontal, il eut fallu prendre une radiographie verticale axillo-sus-claviculaire. Toutefois en comparant, sur la plaque sensible, le diamètre des ombres portées par les fragments interne et externe, on pouvait se rendre compte que ce dernier se trouvait rapproché de la plaque, et par conséquent porté en arrière de l'externe.

Une dernière observation concerne une fracture transversale et ancienne de la clavicule, consolidée avec chevauchement du fragment interne sur

l'externe, dans laquelle des troubles de compression nerveuse nécessitèrent une intervention opératoire.

Obs. II. — P..., soldat au 3e zouazes, s'est fracturé, il y a treize mois, la clavicule gauche, à l'union du tiers moyen et du tiers externe, en tombant sur l'épaule. En novembre 1902, nous examinons le malade et constatons l'existence d'un cal vicieux : le fragment interne est saillant sous la peau et séparé de l'externe par une marche d'escalier. Le blessé accuse des douleurs dans l'épaule et dans le bras. Il existe une légère atrophie de tous les muscles du membre supé-



Fig. 534.



Fig. 535.

rieur gauche, particulièrement du deltoïde. Le port de fardeaux sur l'épaule augmente les douleurs.

Le cal est solide, mais pendant les mouvements que l'on fait exécuter à la clavicule, il frotte sur la première côte, en produisant une crépitation dure. La radiographie postéro-antérieure (fig. 535) montre le chevauchement vertical des fragments.

Pensant que le cal pouvait peut-être irriter ou comprimer le plexus brachial, nous l'avons découvert et séparé les deux fragments avec le ciseau et le mar-



Fig. 536.



Fig. 537.

teau. Après avoir avivé leur surface et enlevé une petite esquille intermédiaire, nous les avons mis bout à bout, et avons assuré la coaptation en appliquant une suture en cadre, au fil d'argent.

La réunion eut lieu par première intention. Sur la radiographie postéro-antérieure prise le 3 avril 1903, on peut voir que les fragments sont bien restés bout à bout (fig. 536).

Une partie de la suture au fil d'argent qui faisait saillie sous la peau, et rendait la pression de cette dernière douloureuse, fut réséquée, à travers une petite incision cutanée.

Le blessé quitta l'hôpital dans le courant du mois de mai, ressentant toujours quelques douleurs dans le membre supérieur, mais à un degré très atténué.

Les *fractures à trois fragments* ne sont pas excessivement rares ; nous en avons recueilli six observations.

Obs. III. — L..., 115e de ligne, fait le 6 septembre 1900, une chute sur l'épaule gauche, dans un escalier. Il existe une fracture de la clavicule au tiers moyen, oblique de haut en bas, et de dehors en dedans, avec léger déplacement du fragment interne en haut, mais sans chevauchement ; une petite esquille libre se trouve au-dessus et en dehors du foyer de fracture (fig. 537).

Obs. IV. — J..., 29e bataillon de chasseurs, tombe sur l'épaule gauche, le 26 mai 1900, en faisant des barres parallèles. Il est radiographié le 21 juillet. Il n'y a pas de cal appréciable, le fragment interne chevauche fortement la face supérieure de l'externe ; il est surmonté d'une esquille libre couchée sur son extrémité, et soulève la peau de la région (fig. 538).



Fig. 538.

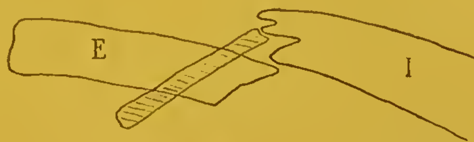


Fig. 539.

Obs. V. — P..., capitaine à l'Ecole de Guerre, tombe avec son cheval, le 26 août 1900. Le 31 août nous constatons une fracture dentelée de la clavicule. Le fragment interne est déplacé en haut, mais ne chevauche pas l'externe ; ce dernier est croisé en écharpe par une esquille allongée, dont une extrémité se trouve en regard du bout du fragment interne (fig. 539).

Obs. VI. — P..., maréchal des logis au 9e hussards, fait une chute avec son cheval et tombe sur le moignon de l'épaule droite. Quinze jours plus tard, nous observons une fracture oblique de la clavicule. Les fragments sont bout à bout et le cal est en voie de formation.

Un troisième fragment situé vis-à-vis le foyer de fracture se dresse perpendiculairement (fig. 540) ; on le sent faisant saillie sous la peau de la région sus-claviculaire ; le blessé prétend n'éprouver aucune gène de sa présence et ne consent pas à son extraction.

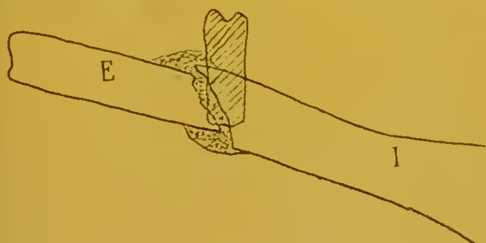


Fig. 540.

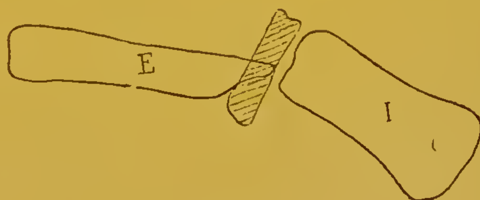


Fig. 541.

Obs. VII. — S..., 102e de ligne, se fracture la clavicule droite, dans une chute, en avril 1898. L'image radiographique antéro-postérieure obtenue, montre que le fragment interne est un peu surélevé, et les fortes dimensions de son ombre indiquent qu'il se trouve sur un plan plus antérieur que l'externe. Un troisième fragment se trouve placé en croix avec les précédents, au niveau du foyer de fracture (fig. 541).



Fig. 542.



Fig. 543.

Obs. VIII. — H..., 1re compagnie de remonte, tomba de sa hauteur sur l'épaule gauche, le 20 septembre 1900. Il en résulta une fracture du tiers moyen de la

clavicule, dans laquelle le fragment interne faisait une forte saillie sous la peau. La radiographie pratiquée immédiatement indiquait l'existence d'une fracture dentelée, avec chevauchement du fragment interne au-dessus de l'externe : un troisième fragment allongé se trouvait disposé en croix avec les deux autres (fig. 542).

Le 24 septembre, M. le Professeur Mignon pratiqua la suture des fragments au fil d'argent, et le 22 octobre, sur une nouvelle épreuve, on constatait que les fragments étaient soudés en bonne direction, et qu'autour du foyer de fracture s'était développé un cal en virole, assez prononcé (fig. 543).

Pathogénie et traitement des fractures de la partie moyenne de la clavicule

Toutes ces fractures de la clavicule reconnaissent pour cause une chute ou un choc direct sur le moignon de l'épaule, qui ont produit une exagération des courbures normales de l'os. Il s'agit de fractures indirectes par flexion, dont nous n'avons rien de particulier à dire. La présence d'un troisième fragment rencontré dans les fractures obliques, s'explique par la théorie générale de ces fractures.

Le traitement doit varier suivant les cas.

Lorsqu'il n'y a pas de déplacement, il faut se borner à soutenir le membre supérieur dans une écharpe, et à faire du massage.

Si le déplacement n'est pas trop prononcé, on pourra encore se comporter de la même façon, ou bien faire la réduction et le maintien, au moyen d'un appareil de contention.

L'appareil le meilleur et le plus simple, à notre avis, est l'appareil plâtré de Ledentu.

Toutefois pour son application, il faudra prendre quelques précautions particulières qui sont généralement négligées. Le coussin axillaire étant en place, il faut qu'un aide maintienne la réduction des fragments, en portant l'épaule en haut, en dehors et en arrière, pendant que le chirurgien pose la bande plâtrée. En outre, une fois l'appareil appliqué, il faut faire coucher le blessé à plat, un coussin placé entre les deux épaules, et appuyer avec les doigts, au-dessus et au-dessous du foyer de fracture, de façon à mouler en quelque sorte sur la clavicule maintenue en bonne position, le segment correspondant de la bande plâtrée. Ce n'est que lorsque le plâtre sera bien sec qu'on abandonnera le blessé à lui-même.

Les résultats peu satisfaisants que nous avons constaté parfois, à la suite de l'emploi de cet appareil, tiennent sans doute à ce que l'on a négligé ces précautions.

Dans les cas seuls où il ne sera pas possible de faire une réduction complète, et il en sera fréquemment ainsi dans les fractures à trois fragments, on pourra mettre à nu les extrémités osseuses, pour pratiquer la réduction que l'on maintiendra au moyen d'une suture au fil d'argent. Nous ne voulons pas entrer dans la description de cette suture, qui variera suivant la forme et la disposition des fragments.

On procédera de même dans les fractures exposées ou compliquées primitivement.

En cas de pseudarthrose, ou de cal vicieux menaçant de perforer la peau, ou produisant une compression du plexus brachial, il faudra, après ostéomie et régularisation des fragments, les suturer, ainsi que nous avons dû le faire une fois.

c) Fractures de la partie externe de la clavicule. — Il est possible parfois de confondre ces fractures avec les luxations de l'extrémité externe de l'os, lorsque l'on n'emploie pas la radiographie qui lève toute incertitude à cet égard.

Obs. I. — G..., 48 ans, rédacteur dans un ministère, tombe le 28 mai 1900, sur le moignon de l'épaule gauche, du haut de deux marches d'escalier. La radiographie prise le 1er juin, montre une fracture dentelée de la clavicule, siégeant à deux centimètres environ de l'articulation acromiale. Une esquille libre



Fig. 544.



Fig. 545.

allongée parallèlement aux fragments, se trouve située au-dessus d'eux, à cheval sur l'extrémité du fragment interne, qui est légèrement déplacée vers le haut (fig. 544).

Obs. II. — S..., 48 ans, employé au ministère, fait le 4 mai 1900, une chute à la renverse, après avoir été frappé au niveau de la partie externe de la clavicule droite, par un brancard de voiture. Le 1er juin 1900, nous reconnaissons au moyen des rayons de Roentgen, une fracture de l'extrémité externe de la clavicule; le fragment interne déplacé en haut, chevauche fortement l'externe, et présente, en regard de son extrémité libre, une petite esquille indépendante (fig. 545).

Des deux cas que nous venons de relater, l'un résulte de l'action d'une cause indirecte, et l'autre a été produit par un choc direct. Pour le traitement de ces lésions, on se comportera de la même façon que pour les fractures de la partie moyenne de l'os.

2° Lésions de la région claviculaire par armes à feu.

Obs. I. — V..., 130e de ligne, a reçu en janvier 1899, à bout portant, un coup de fusil chargé à plomb, au niveau de la région sus-claviculaire gauche. L'intervention immédiate permit d'enlever un certain nombre de projectiles, mais il en était resté plusieurs en place, et leur présence inquiétait le sujet. Placés dans le tissu cellulaire sous-cutané et assez massés, ainsi qu'on le voit sur l'image antéro-postérieure, obtenue en avril 1899, ils furent facilement enlevés

en bloc, en même temps que la gangue fibreuse dans laquelle ils étaient plongés (fig. 546).

Obs. II. — R..., sergent au 5e régiment d'infanterie coloniale, fut atteint à Madagascar, le 20 avril 1898, d'un coup de feu à l'épaule droite, tiré de haut en bas et d'avant en arrière. Il persistait un trajet fistuleux s'ouvrant à 2 centimètres en dehors de l'articulation acromio-claviculaire. L'exploration au stylet donnait la sensation d'un corps dur, que l'appareil Trouvé démontrait être de



Fig. 546.



Fig. 547.

nature métallique. Sur une radiographie antéro-postérieure (fig. 547), on voyait la balle, volumineuse, projetée au-dessous de la partie moyenne de la clavicule. Comme elle avait été perçue par l'appareil Trouvé, sa position exacte ne fut pas repérée par les rayons de Roentgen. En août 1898, M. le professeur Robert tenta, sans succès, son extraction.

Obs. III. — G..., soldat invalide, âgé de soixante-cinq ans, eut la clavicule gauche fracturée par un éclat d'obus, au siège de Puebla, en 1863. Sur la



Fig. 548.



Fig. 549.

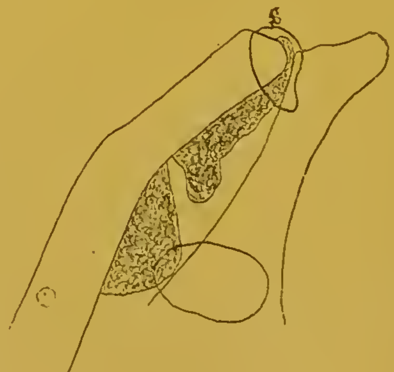


Fig. 550.

plaque impressionnée d'arrière en avant, on constate que la clavicule s'est consolidée, en formant un angle saillant, en avant et en haut (fig. 548).

3° Luxations de l'extrémité externe de la clavicule.

Obs. I. — R..., 1er cuirassiers, fait une chute de cheval sur l'épaule gauche le 4 décembre 1900 et se luxe en haut l'extrémité externe de la clavicule (fig. 549). L'examen radiographique élimine immédiatement l'idée de fracture possible.

Le 10 décembre 1900, M. le professeur Mignon suture la clavicule à l'acromion, au moyen d'une anse de fil d'argent.

Sur une nouvelle plaque impressionnée le 10 mars 1901, on voit que la suture tient bien, mais qu'il s'est développé à la face inférieure de l'os, dans son tiers externe, des ossifications périostiques qui sont probablement une conséquence de l'arrachement des insertions supérieures des ligaments trapézoïde et conoïde (fig. 550).

Obs. II. — L..., lieutenant à la garde républicaine, s'est luxé en haut l'extrémité externe de la clavicule, en avril 1901, dans une chute de cheval. La lésion a été enregistrée quelques jours plus tard (fig. 551).



Fig. 551.



Fig. 552.

Obs. III. — H..., garde-républicain, glisse et tombe à la renverse, le 9 mai 1900, en cirant un parquet. Sur l'épreuve obtenue le 1er juin, on voit que l'extrémité externe de la clavicule luxée, est entourée en haut et en bas d'une gaine d'ossification provenant de la rupture des insertions ligamenteuses acromio-claviculaires (fig. 552).

Obs. IV. — P..., quartier-maître de la flotte, tombe sur l'épaule droite, de 2 mètres de haut environ, dans une soute à charbon. Nous constatons, le 3 avril 1903, une luxation en haut de l'extrémité externe de la clavicule (fig. 553).

Dans une chute sur la face postérieure du moignon de l'épaule, l'omoplate est refoulée en dedans et en bas, entraînant dans ce sens l'acromion et l'apophyse coracoïde. Si le traumatisme est violent, et que la clavicule résiste, les ligaments acromio-claviculaires cèdent, en même temps que les ligaments coraco-claviculaires, et l'extrémité externe de la clavicule peut alors se déplacer vers le haut.

Les ossifications secondaires que nous avons constatées dans deux cas, au niveau de la partie externe de la clavicule, sont le résultat de ces ruptures ligamenteuses.

Si la luxation est accentuée, ou si le blessé éprouve secondairement de la gêne dans le fonctionnement du membre supérieur, il y aura lieu de procéder immédiatement ou tardivement à la suture acromio-claviculaire. On fera, selon les cas, une suture capsulo-périostique à la soie, ou une suture osseuse au fil d'argent et on maintiendra la contention avec l'appareil plâtré de Ledentu ou l'appareil silicaté de Hennequin (Les fractures des os longs, Paris 1904, p. 276). Ce dernier appareil, quoique de construction un peu compliquée, nous semble excellent, pour le maintien de la réduction, et il a l'avantage de permettre au blessé de se servir, dans une certaine mesure, de son membre.

Dans les cas de luxation peu prononcée, on se contentera de faire du massage, et de soutenir le bras avec une écharpe, tant qu'il y aura des douleurs, un léger déplacement de l'extrémité externe de la clavicule ne gênant pas notablement les fonctions du membre.

4° Résections de la clavicule. — Nous avons observé un cas de résection de l'extrémité externe de la clavicule.

Obs. I. — R..., 2e cuirassiers, fut atteint, à la fin de juillet 1899, de périarthrite scapulo-humérale droite, suppurée, d'origine blennorragique. L'affection avait succédé à une arthrite acromio-claviculaire, et pour en obtenir la



Fig. 553.



Fig. 554.

guérison, il fut nécessaire de réséquer les extrémités correspondantes de l'acromion et de la clavicule.

La radiographie obtenue après guérison, le 26 novembre 1899 (fig. 554), montre qu'il existe un intervalle de 1 centimètre environ, entre l'acromion et la clavicule. Malgré cela le fonctionnement ultérieur du membre fut satisfaisant.

II. — MEMBRE INFÉRIEUR

CHAPITRE PREMIER

AFFECTIONS DES ORTEILS

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures des phalanges des orteils, par causes communes. — Toutes les fractures des orteils que nous avons eu l'occasion d'observer, reconnaissaient pour origine un traumatisme de cause directe (chute d'un corps lourd, passage d'une roue de voiture, etc.) ayant agi sur les phalanges par le mécanisme de l'écrasement. Presque toujours c'était le gros orteil qui était intéressé, et souvent il ne s'agissait que de fractures parcellaires portant sur l'extrémité distale, ou sur la phalange terminale.

Un point de technique radiographique est à signaler en passant : lorsqu'on examine aux rayons de Roentgen, un gros orteil atteint de contusion, il faut préalablement nettoyer avec soin l'espace sous-unguéal qui pourrait renfermer des matières opaques aux rayons, et faire croire à une fracture parcellaire qui n'existerait pas.

a) Fractures de la phalange unguéale du gros orteil.

Obs. I. — C..., sapeur-pompier, reçoit le 4 octobre 1901, une plaque d'égout sur le gros orteil droit, qui se tuméfie et devient bleuâtre à son extrémité. La



Fig. 555.



Fig. 556.



Fig. 557.



Fig. 558.

radiographie faite le 26 octobre, montre que la partie distale de la phalange est ébréchée, et qu'en avant d'elle se trouvent trois petites esquilles provenant de son écrasement (fig. 555).

Obs. II. — De F..., a reçu, le 12 janvier 1899, une masse de fer, du poids de 50 kilogs, sur l'extrémité du gros orteil gauche. Le 26 février, on voit sur la radiographie un croissant osseux détaché de l'extrémité périphérique de la

phalange et l'encadrant; une petite esquille se trouve sur le côté interne du corps de la phalange (fig. 556).

Obs. III. — B..., 5e dragons, a le gros orteil droit contusionné, par le passage d'une roue de voiture, le 5 juin 1900. Il existe une petite plaie en arrière de l'ongle. Le 25 juin, nous constatons la présence d'une fracture parcellaire, à trois fragments, de l'extrémité distale de la phalange, et une fracture oblique détachant le tubercule interne de sa base (fig. 557).

Obs. IV. — Q..., 117e de ligne, a la face dorsale du gros orteil droit, frappée, le 18 janvier 1899, par l'extrémité d'une poutre en fer pesant 200 kilogs. L'image obtenue, par l'examen aux rayons de Roentgen, le 27 janvier, indique une fracture transversale de la partie moyenne de la phalange unguéale, avec fissures s'irradiant dans le fragment distal, et écrasement parcellaire du flanc externe du fragment proximal (fig. 558).

Obs. V. — B..., 117e de ligne, est atteint de contusion du gros orteil droit, produite par la chute d'un banc, le 7 août 1899. L'étude de la plaque impressionnée permet de constater des lésions ayant de l'analogie avec celles de l'observation précédente (fig. 559).

b) Fractures de la première phalange du gros orteil, et des deux phalanges proximales des autres orteils.

Obs. I. — B..., 15e section d'infirmiers, reçoit une table de nuit sur le gros orteil droit, le 15 mars 1902. La radiographie seule permet de diagnostiquer une fracture en T, portant sur les condyles de la première phalange (fig. 560).

Obs. II. — D..., sapeur-pompier. Une roue de voiture lui passe sur l'avant-pied gauche, le 17 octobre 1901. Il existe une fracture parcellaire portant sur la partie externe de la tête de la première phalange du gros orteil (fig. 561), et une fracture oblique détachant la moitié interne de la base de la première phalange du cinquième (fig. 562)



Fig. 559.



Fig. 560.



Fig. 561.



Fig. 562.

Obs. III. — R..., 13e d'artillerie, a eu le troisième orteil gauche écrasé par le pied d'un cheval, il y a trois mois environ. Il persiste une tuméfaction notable, non douloureuse de la partie moyenne de l'orteil. Radiographie le 16 février 1901. La deuxième phalange raccourcie semble avoir été aplatie transversalement par la compression (fig. 563).

2° Luxations traumatiques des orteils. — Nous avons examiné, au moyen des rayons de Roentgen, deux cas de luxation métacarpo-phalangienne du gros orteil, avant toute tentative de réduction.

Obs. I. — Q..., 12e d'artillerie, tomba avec son cheval, le 22 juin 1899, et fut atteint de luxation dorsale du gros orteil gauche.

Deux radiographies furent prises le lendemain : sur l'une, dorso-plantaire, on voit simplement que la première phalange semble s'être déplacée partiellement en dedans, sur la tête du métatarsien, et a entraîné les sésamoïdes avec elle ; l'image du sésamoïde externe est beaucoup plus petite que celle de l'interne (fig. 564). Sur l'autre épreuve, transversale, externe-interne, se trouve enregistré le déplacement de la première phalange qui fait presque un angle droit avec le métatarsien ; en étudiant son aspect, on reconnaît qu'elle a subi

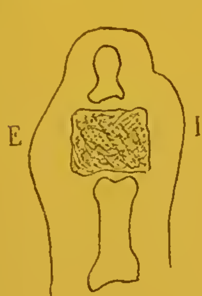
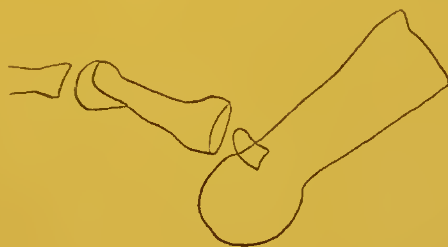


Fig. 563.



Fig. 564.


Fig. 565.

en outre un certain mouvement de rotation sur son axe longitudinal, de telle sorte que sa face inférieure regarde légèrement en dedans. Du côté dorsal du col du métatarsien se trouve le sésamoïde interne qui a été entraîné en haut par la base de la phalange (fig. 565).

Il s'agissait d'une luxation dorsale et interne complète de la première phalange du gros orteil, dont la réduction par les manœuvres classiques fut aisée.



Fig. 566.


Fig. 567.

Obs. II. — M..., 31e de ligne, fait le 5 juillet 1900, une chute avec son cheval ; il n'avait pas d'étriers, et le pied droit fut pris entre le sol et le flanc de l'animal.

Une radiographie dorso-plantaire, le 8 juillet, montre les deux os sésamoïdes encadrant les parties latérales de la tête du premier métatarsien (fig. 566) ; mais sur l'image transversale externe-interne on voit nettement la base de la pre-

mière phalange luxée au-dessus de la tête métatarsienne et un sésamoïde à cheval sur le col du métatarsien (fig. 567).

Comme dans le cas précédent, la réduction de la luxation se fit facilement.

3° Luxations pathologiques des orteils. — Nous avons pu étudier par la radiographie deux variétés de luxations pathologiques des orteils ; le hallux valgus et l'orteil en marteau.

Comme les traumatismes répétés et minimes subis par le pied dans la chaussure, semblent jouer un rôle dans la production de ces infirmités, nous avons cru devoir les ranger à la suite des lésions traumatiques.

a) Hallux valgus. — Nous n'en avons observé que trois cas, que nous avons radiographiés avant et après l'intervention chirurgicale.

Obs. I. — B..., lieutenant d'infanterie coloniale, présente depuis plusieurs années un degré assez prononcé de hallux valgus à gauche. Une épreuve dorso-plantaire (fig. 568) est prise le 28 octobre, et quelques jours plus tard,



Fig. 568.



Fig. 569.



Fig. 570.

M. le professeur Robert résèque largement la partie interne de la tête du premier métatarsien. Une nouvelle image (fig. 569) obtenue le 19 décembre, montre que l'inclinaison externe du gros orteil persiste, mais toutefois à un degré un peu moins accentué.

Obs. II. — L..., 2e cuirassiers, est atteint de hallux valgus prononcé du côté droit, que nous radiographions le 1er mai 1901 (fig. 570). Le 17 mai, M. le professeur Mignon résèque la partie interne saillante, de la tête du métatarsien. Le 10 juin, nous constatons que le résultat obtenu est satisfaisant. Toutefois, il ne se maintient pas, ainsi qu'on peut le voir sur une épreuve ultérieure, du 14 octobre (fig. 571). Le gros orteil fortement dévié en dehors, chevauche sur le deuxième, et sa phalange unguéale a subi une subluxation par rotation, sa face dorsale regardant en dedans et en avant. Le 18 octobre, M. le professeur Mignon pratique une nouvelle intervention, et résèque la partie restante de la tête du métatarsien. Cette fois le résultat se maintient bon, ainsi que nous le constatons le 14 décembre (fig. 572).

Obs. III. — C..., capitaine en retraite, présente un hallux valgus du pied droit. Au niveau de la saillie interne de la tête métatarsienne se trouve une bourse séreuse qui a suppuré et a été incisée. Nous prenons une radiographie de la lésion le 4 octobre 1901, et constatons que la première phalange du gros



Fig. 571.



Fig. 572.



Fig. 573.

orteil est fortement inclinée et subluxée en dehors. Le malade n'a jamais subi aucune opération portant sur l'os, et cependant la partie interne de la tête du métatarsien a disparu (fig. 573), détruite par les phénomènes d'ostéite raréfiante qui s'est développée sous l'hygroma suppuré.

Pathogénie du hallux valgus

Le hallux valgus se développe chez les rhumatisants, et semble avoir pour cause, non pas une contracture de l'extenseur, comme on l'écrit communément, mais bien une contracture du long fléchisseur propre du gros orteil, qui amène progressivement l'inclinaison et la subluxation de la première phalange et sa rotation en dehors. En effet, sur la plupart des pieds habitués au port de la chaussure, les axes du gros orteil et du premier métatarsien ne sont pas en ligne directe, mais forment un arc, à concavité externe, dont le tendon du long fléchisseur propre représente la corde.

Lorsque la déviation de l'orteil est prononcée, la tête du métatarsien fait une saillie accentuée sur le bord interne du pied, et sous l'influence du frottement de la chaussure, il se développe à son niveau une bourse séreuse, dite *oignon*, qui peut s'enflammer et donner naissance à de l'ostéite sous-jacente ; c'est alors que peut se former, à la face externe de la tête du métatarsien, une exostose plus ou moins volumineuse, sur laquelle les auteurs appellent l'attention.

Nous avons tracé exactement l'axe longitudinal de la première phalange du gros orteil, et celui du premier métatarsien sur les plaques radiographiques fournies par nos malades des observations I et II, avant toute intervention, et avons constaté que les deux lignes se croisaient en arrière de l'articulation métatarso-phalangienne, délimitant un angle obtus à sinus

externe, de 135 degrés environ dans le premier cas, et de 130 dans le second, tandis que sur un pied sensiblement normal, pris comme terme de comparaison, cet angle était à peine ébauché et avait une ouverture de 160 degrés.

Un simple coup d'œil jeté sur les clichés permettait de constater que la production de cet angle anormal n'était pas due simplement à l'inclinaison en dehors des phalanges du premier orteil, mais aussi au glissement en dedans de la partie antérieure du premier métatarsien. Autrement dit, autour de l'articulation métatarso-phalangienne comme centre s'était produit un mouvement analogue à celui qui s'observerait dans un compas dont on chercherait à rapprocher les deux branches, alors que la pointe de l'une d'elles est fixée et que celle de l'autre appuie et glisse sur un plan résistant. A mesure que l'angle se ferme davantage, d'autant plus se soulève et vient faire saillie en dedans le nœud articulaire.

En étudiant les radiographies, on s'aperçoit en outre que les phalanges du gros orteil ne sont pas seulement inclinées en dehors, mais qu'elles ont également subi un mouvement de rotation suivant leur axe longitudinal, de telle sorte que leur face dorsale regarde légèrement en dedans. C'est cette dernière déformation qui s'était notablement accentuée chez le malade de l'observation II, après la première intervention opératoire, et s'accompagnait d'inclinaison en dehors de la phalange unguéale elle-même sur la première.

On voit que dans cette luxation pathologique, le déplacement de la première phalange du gros orteil se fait dans un sens inverse à celui que nous avons constaté dans les luxations traumatiques : dans ces dernières, la face inférieure des phalanges tend à se renverser en dedans, entraînant le sésamoïde interne sur le flanc dorsal interne du premier métatarsien, tandis que dans les premières le renversement de la face inférieure des phalanges se fait en dehors, et les deux sésamoïdes entraînés par les ligaments non rompus suivent la phalange, et glissent tous deux en dehors, l'externe tendant à monter sur le flanc dorsal correspondant du métatarsien.

Ce déplacement des sésamoïdes se voit nettement sur les radiographies, et on peut constater que le sésamoïde externe semble plus gros que l'interne, contrairement à ce qui existe normalement. Cette augmentation apparente de dimensions tient précisément à ce que le sésamoïde externe placé sur le flanc du métatarsien se trouve plus éloigné de la plaque que le sésamoïde interne resté au-dessous de la tête métatarsienne.

Si l'on mesure, sur la plaque, la base du *triangle d'écartement* constitué par le premier et le deuxième métatarsien, on trouve que la distance entre les têtes des deux os, est de 1,8 centimètre, dans l'observation I et de 2,1 centimètres dans l'observation II, tandis que sur le pied normal, elle n'est que de 1,3 centimètre.

Faisons encore remarquer l'absence d'exostose, au-dessous de l'oignon, sur nos radiographies, la saillie osseuse perceptible cliniquement et visible sur les épreuves, étant exclusiment constituée par la partie interne de la tête du premier métatarsien, décoiffée par la phalange subluxée en dehors.

L'augmentation du diamètre prémétatarsien du pied est donc uniquement due à l'exagération du triangle d'écartement.

Ces lésions constatées par la radiographie cadrent du reste complètement, avec celles qui ont été décrites, d'après l'examen des pièces anatomiques par différents auteurs, entre autres par Quevedo (Thèse de Paris 1894). Il ne s'agit que d'une question de plus ou de moins, suivant le degré d'évolution du hallux valgus.

Traitement du hallux valgus

D'après les données radiographiques, il semble que le traitement des déformations squelettiques constituant le hallux valgus peut être envisagé de deux façons, suivant le but que l'on se propose, et suivant le degré plus ou moins prononcé de la lésion.

Certains malades demandent tout simplement à être débarrassés de la saillie constituant l'oignon, qui leur déforme le pied et rend la marche douloureuse et pénible. Pour satisfaire aux exigences de ce traitement symptomatique, le chirurgien n'a qu'à se mettre en devoir de supprimer le sommet saillant de l'angle constitué par la phalange et le métatarsien déviés. L'anatomie pathologique lui a appris que cette tuméfaction était formée par un durillon dermo-épidermique, au-dessous duquel se trouvait une bourse séreuse parfois enflammée, le tout reposant sur une saillie osseuse développée aux dépens de la partie interne de la tête métatarsienne ou constituée tout simplement par cette tête, saillante d'une façon anormale. Avant l'opération, la radiographie permettra de préciser la forme et l'étendue des parties osseuses à enlever, et avec le ciseau et le marteau, ou la pince-gouge, on abrasera la moitié ou les deux tiers internes de la tête, et au besoin le segment attenant du col, de façon que le bord interne du pied reprenne une direction sensiblement rectiligne. On respectera, ou on excisera la callosité cutanée, suivant les cas.

Ce simple *nivellement de la partie interne de la tête métatarsienne*, par abrasion, ne satisfait pas toujours le chirurgien, car s'il améliore sensiblement en général la fonction du pied malade, il ne rétablit pas la forme de la région. Il faudra même craindre, après cette intervention, ainsi que nous l'avons constaté chez le malade de l'observation II, que la déviation de l'orteil ne s'accentue d'une façon notable.

Cette exagération de l'affection, à la suite de l'opération précédente peut se comprendre et s'expliquer assez facilement. En procédant comme il est indiqué, non seulement on n'agit pas sur le long fléchisseur propre, cause de tout le mal, par suite de la contracture, ou de la rétraction fibro-tendineuse dont il est atteint, mais bien au contraire le traumatisme opératoire, par action réflexe, est susceptible d'augmenter l'hypertonie du muscle et d'accentuer la subluxation des phalanges du gros orteil.

Pour tenter de rendre à la fois la forme et la fonction, il faut recourir à un procédé basé sur la pathogénie de la lésion et se proposer un triple but :

réduire la luxation externe de la première phalange sur le métatarsien ; supprimer le triangle d'écartement anormal provenant de l'inclinaison en dedans de l'extrémité antérieure du métatarsien ; empêcher la lésion de se reproduire, une fois corrigée.

La *résection de l'extrémité postérieure de la première phalange* (Riedel) ; la *résection de la tête métatarsienne*, par section légèrement oblique de dedans en dehors, et d'arrière en avant (Hueter) ; la *résection cunéiforme du col du premier métatarsien*, en enlevant un coin osseux à base interne, après avoir préalablement fait le nivellement de l'exostose (Reverdin), répondent en partie aux désiderata exprimés, et le dernier procédé y satisfait plus complètement que les autres.

Dans le procédé de Reverdin, on supprime en effet la saillie interne de la tête métatarsienne par nivellement, et on raccourcit l'os par la résection. De cette façon le gros orteil reprend sensiblement sa direction normale sur l'axe du métatarsien, et le tendon du long fléchisseur se trouve relâché par suite de la résection pratiquée au métatarsien, mais malgré tout la subluxation de la phalange persiste.

L'opération de Reverdin est somme toute recommandable et a donné d'excellents résultats.

Nous lui reprocherons de laisser subsister la subluxation de la phalange, de ne pas corriger non plus le triangle d'écartement entre le premier et le deuxième métatarsien, qui se trouve au contraire augmenté, par le fait de la résection d'un coin osseux à base interne, au niveau du col du premier métatarsien. Après cette résection, le gros orteil peut être placé en parallélisme avec les autres, mais la saillie que fait en dedans la tête métatarsienne s'exagère et l'on est obligé d'en pratiquer le nivellement, en abrasant la moitié ou les deux tiers internes de sa masse. Le résultat est que l'on a ainsi sacrifié la plus grande partie du point d'appui antérieur de l'arc interne du pied, d'où gène possible de la station debout, dans la suite.

Nous nous sommes demandé si l'on ne pouvait pas chercher, en pratiquant une intervention plus en rapport avec les données pathogéniques et anatomo-pathologiques, que nous avons exposées, arriver à un meilleur résultat.

Nous nous trouvons par le fait en présence d'une déformation tenant à deux causes : une subluxation pathologique métacarpo-phalangienne, et un écartement en dedans de la partie antérieure du premier métatarsien, le tout causé par la rétraction du tendon du long fléchisseur propre.

Commençons donc par réduire la luxation, en pratiquant soit une résection transversale de la tête du premier métatarsien en avant des tubérosités plantaires, soit une résection de la base de la première phalange, ou bien les deux à la fois, si c'est nécessaire. Le gros orteil se trouve alors ramené dans l'axe du métatarsien. Mais si l'on s'en tenait là, le port de la chaussure ordinaire serait impossible, de par la présence de ce gros orteil divergeant fortement en dedans, et élargissant notablement la partie antérieure de l'éventail formé par les métatarsiens et les orteils. Il est donc de toute nécessité de

refermer cet éventail, en diminuant la base du triangle d'écartement constitué par le deuxième et le premier métatarsien, en rapprochant celui-ci de celui-là. Il nous suffira de pratiquer, comme dans le procédé de Reverdin une résection du col du premier métatarsien, mais le triangle osseux enlevé sera à base externe et non à base interne, de façon à permettre de reporter en dehors la tête métatarsienne.

Ces excisions osseuses articulaires et diaphysaires auront naturellement diminué la longueur de l'arc squelettique métacarpo-phalangien et la contracture du tendon du long fléchisseur propre du gros orteil disparaîtra.

b) Orteils en marteau. — Deux cas intéressant le deuxième orteil se sont présentés à notre examen.

Obs. I. — V…. 104e de ligne, a le deuxième orteil du pied droit en marteau. depuis trois ans environ. La radiographie transversale, faite le 15 juillet 1901, montre la première phalange en extension sur le métatarsien, la deuxième en flexion et légèrement subluxée en avant sur la première et la phalange unguéale



Fig. 574.



Fig. 575.



Fig. 576.



Fig. 577.



Fig. 578.

en faible hyperextension et subluxation dorsale sur la seconde (fig. 574). M. le professeur Mignon pratique la résection de la tête de la première phalange, et de la base de la deuxième: on voit le résultat acquis, lequel est bon, sur les images obtenues le 10 juillet, une dizaine de jours après l'intervention (fig. 575 et 576).

Obs. II. — P…, sapeur-pompier, est opéré par M. Mignon, le 11 février 1901, pour déformation en marteau, du deuxième orteil de chaque pied. Sur les radiographies prises le 5 mars, on voit l'étendue de la résection phalango-phalanginienne pratiquée (fig. 577 et 578).

L'affection est due à la rétraction, sous l'influence d'une cause mal connue, du tendon long fléchisseur commun de l'orteil déformé. Le tendon est devenu trop court, pour un squelette trop long. On a proposé tout d'abord de faire la ténotomie du tendon rétracté; mais les résultats obtenus ont été imparfaits, et actuellement on admet que le seul mode rationnel d'intervention est la résection phalango-phalanginienne préconisée par Terrier, et pratiquée dans les deux cas rapportés ci-dessus.

§ 2. — Lésions infectieuses

Nous n'avons à rapporter qu'un seul cas de lésion tuberculeuse, à forme d'ostéite fongueuse.

Obs. I. — L..., 102e de ligne, s'est contusionné le gros orteil, il y a cinq mois environ, en frappant du bout du pied contre un obstacle résistant. Il s'est développé consécutivement une arthrite fongueuse de l'articulation des deux phalanges de l'orteil. Le 18 novembre 1901, nous remarquons que l'interligne articulaire n'est plus visible; les fongosités ont rodé la tête de la première phalange, et ont constitué un foyer indépendant au niveau de son col (fig. 579). Les deux phalanges et la tête du premier métatarsien sont atteintes d'ostéite raréfiante généralisée.

§ 3. — Lésions congénitales

Les deux cas d'exostose sous-unguéale du gros orteil que nous allons relater, constituent plutôt des lésions de croissance. Nous les considérons en effet, comme ayant la même origine et la même pathogénie que les exostoses de développement que l'on rencontre sur les os longs des membres. De même que ces dernières, l'exostose sous-unguéale observée chez l'adulte, ne siège plus au niveau du cartilage de conjugaison, dont elle s'est notablement éloignée, par suite de la croissance de l'os.

Obs. I. — F..., 115e de ligne, est atteint d'exostose sous-unguéale du gros orteil, dont il a remarqué la présence, il y a deux mois environ. Le 21 août 1899, nous prenons une radiographie transversale de l'orteil et constatons que la tumeur est formée par une sorte de champignon, se détachant à angle droit du dos de la phalange terminale; le pédicule est rétréci, et la partie libre renflée


Fig. 579.


Fig. 580.


Fig. 581.

en massue, soulève fortement l'ongle, et fait saillie en avant, dans l'espace sous-unguéal.

Au milieu de la portion renflée de l'exostose, se trouve une partie plus transparente aux rayons, formant une sorte de cavité médullaire centrale (fig. 580).

Obs. II. — J..., lieutenant d'infanterie, souffre, depuis plusieurs années, d'une exostose sous-unguéale du gros orteil, qui a été traitée par abrasion de la partie débordant le niveau du derme sous-unguéal. Il ne reste que la racine de l'ongle et le derme sous-unguéal est ulcéré.

Une épreuve transversale nous montre en effet que la partie terminale renflée de l'exostose a seule été enlevée, et que son *pédicule* est resté intact (fig. 581).

Un seul traitement est à employer : après avoir arraché l'ongle, et mis l'exostose à nu, par incision du derme sous-unguéal soulevé, on recherche son point d'implantation, et on enlève toute la tumeur, en excavant légèrement le dos de la phalange, au niveau de l'insertion du pédicule. L'opération se fait avec la gouge enfoncée à la main, ou au marteau.

CHAPITRE II

AFFECTIONS DU MÉTATARSE

§ 1. — Lésions traumatiques

Nous avons eu l'occasion d'observer un nombre assez considérable de fractures du métatarse ; nous les avons examinées au moyen des rayons de Roentgen, pour nous rendre compte des particularités qu'elles pouvaient présenter, et souvent même nous n'avons pu établir leur diagnostic exact que grâce à l'emploi de ce nouveau mode d'investigation.

Ces fractures relèvent de causes communes, directes ou indirectes, ou bien elles se produisent pendant la marche chez le fantassin, ou résultent d'une chute du cavalier avec son cheval.

Les fractures du métatarse sont moins rares que veulent bien le dire Malgaigne et Hamilton, dans leurs Traités spéciaux, et que le répètent après eux les différents auteurs qui ont étudié les traumatisme de ces os, avant l'emploi de la radiographie. Cela tient à ce que la nature exacte de la lésion échappait souvent aux observateurs qui pensaient avoir affaire tout simplement à de la contusion ou à de l'entorse, et rapportaient à l'irritation directe ou à distance du périoste, les phénomènes d'hyperostose qui se manifestaient plus ou moins tardivement après le traumatisme.

1° Fractures des métatarsiens par causes communes.

a) Fractures par causes directes. — Dans les cas observés, la fracture intéressait tantôt le corps des métatarsiens, tantôt leur base.

Obs. I. — V..., lieutenant de sapeurs-pompiers, reçoit le 25 avril 1898, une plaque métallique, du poids de 25 kilos, qui tombe de un mètre de hauteur, en direction oblique, sur l'extrémité antérieure du dos du premier métatarsien droit. Il n'y a pas eu de plaie tégumentaire. Sur la radiographie exécutée le 20 mai, on constate l'existence d'une fracture transversale du col du métatarsien, et d'une fracture antéro-postérieure du sésamoïde interne (fig. 582).

Obs. II. — B..., caporal de sapeurs-pompiers, a eu le pied gauche contusionné par le passage d'une roue de voiture, en 1897. On porte le diagnostic de contusion simple, et on fait du massage. Le malade entra plusieurs fois à l'hôpital, se plaignant toujours de souffrir du pied. Sur une épreuve obtenue, en mars 1898,

on reconnaît qu'il y a eu fracture de l'extrémité postérieure de la diaphyse du troisième métatarsien (fig. 583).

Obs. III. — L..., 2e cuirassiers, a le pied droit pris sous le sabot d'un cheval. On remarque du gonflement et une ecchymose, au niveau de la région du métatarse, et on pense à une simple contusion. Le 9 juillet 1901, un certain temps après l'accident, les rayons de Roentgen, indiquent l'existence d'une fracture, peut-être incomplète, en tout cas sans déplacement, de la partie moyenne du quatrième métatarsien, en train de se consolider par un cal fusiforme (fig. 584).

Dans les cas précédents, le diagnostic de fracture n'avait pu être porté d'une façon certaine, avant l'emploi des rayons X ; dans le cas suivant, le diagnostic clinique avait été incomplet, et fut rectifié par la radiographie.

Obs. IV. — M..., trente-quatre ans, équipages de la flotte, reçoit le 1er avril 1903, une plaque de condensateur, du poids de 200 kilos environ, sur le dos du pied droit. Le lendemain de l'accident, le gonflement du dos du pied est tel que je



Fig. 582.



Fig. 583.



Fig. 584.



Fig. 585.

dois me borner à constater l'existence d'une fracture de la partie moyenne du premier métatarsien, sans pouvoir affirmer l'intégrité des autres.

Sur l'épreuve obtenue le 3 avril, on reconnaît une fracture de la partie moyenne du premier et du deuxième métatarsien, à trait oblique, surtout pour le dernier; les fragments antérieurs des deux os sont déplacés en dehors (fig. 585).

Je place le pied dans une gouttière plâtrée, et avant sa dessication, je tire sur les deux premiers orteils, en avant et en dehors, en même temps qu'avec un doigt j'opère, sur la partie antérieure de la tête du premier métatarsien, une pression de dedans en dehors. La réduction fut obtenue à peu près complètement, et la consolidation eut lieu en bonne position. Massage consécutif.

Chez trois autres blessés, il s'agissait de fracture incomplète de la base d'un métatarsien.

Obs. V. — S..., détenu militaire, a le dos du pied gauche frappé le 10 février 1899, par la chute d'une cuvette en fonte, du poids de 15 à 20 kilos. La radiographie permet de déceler l'existence d'une fracture incomplète de la base du deuxième métatarsien (fig. 586).

Obs. VI. — B.... 28e de ligne. Passage d'une roue de voiture, sur le dos du pied gauche, le 10 mai 1898. Fracture incomplète de la base du deuxième métatarsien constatée par les rayons de Roentgen (fig. 587).

Obs. VII. — T...., détenu militaire. Chute sur la face dorsale du pied gauche, le 6 juin 1900, d'une lunette de latrine, en porcelaine. Sur l'épreuve, on constate une fracture, avec écartement, de l'apophyse postérieure du cinquième métatarsien (fig. 588).

b) Fractures par causes indirectes. — Un cas de fracture diaphysaire, et deux cas de fracture de la base des métatarsiens, rentrent dans cette catégorie.

Obs. I. — P...., cavalier réserviste au 9e hussards, tombe de cheval, le 13 mars 1903. Quatre jours plus tard, je note une tuméfaction de toute la face dorsale du pied, et une teinte ecchymotique de la peau, au niveau des com-



Fig. 586.



Fig. 587.

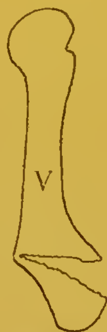


Fig. 588.



Fig. 589.

missures de tous les orteils, mais particulièrement prononcée le long du bord externe du pied. La conclusion de mon examen clinique est qu'il existe une fracture de la partie moyenne des troisième et quatrième métatarsiens; mais la radiographie témoigne que le troisième seul est fracturé, au niveau de sa partie diaphysaire antérieure (fig. 589).

Obs. II. — R.... 130e de ligne, tombe d'une échelle de trois mètres de hauteur, le 24 avril 1900. Cliniquement on diagnostique une lésion, de nature imprécise, de la base des deuxième et troisième métatarsiens du pied gauche, au niveau de la partie postérieure desquels on sent une légère saillie dorsale. La radiographie pratiquée quatre jours plus tard, révèle une fracture oblique de la base du deuxième métatarsien, avec déplacement, en dehors du fragment antérieur (fig. 590).

Le troisième métatarsien semble intact. La fracture a dû être produite par une flexion, en bas et en dedans du métatarsien.

Obs. III. — J..., 13e d'artillerie, a le pied gauche pris entre les rayons d'une voiture, le 4 juin 1898. L'examen de la plaque impressionnée quatre mois plus tard, indique une subluxation en dedans de l'extrémité postérieure du premier métatarsien, compliquée de fracture par arrachement de la partie externe de cette base (fig. 591).

Le mécanisme de production de la fracture semble avoir été une flexion en dehors du premier métatarsien, par l'appui d'un rayon de la roue sur la partie antéro-interne de l'os.

Du reste toutes ces fractures indirectes ont pour cause une flexion plantaire

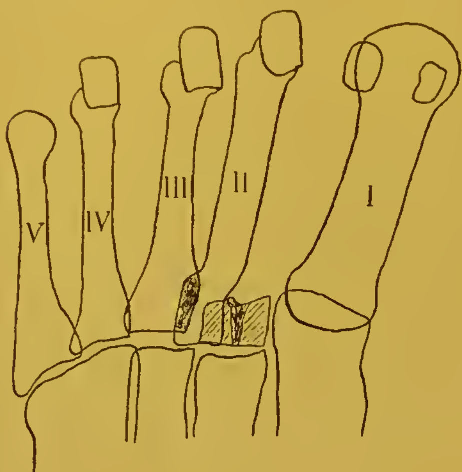


Fig. 590.

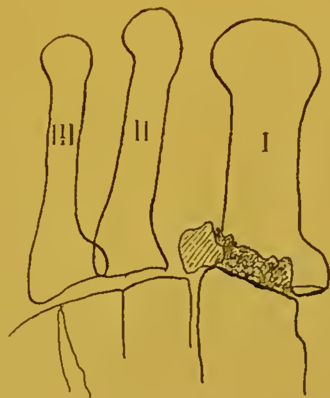


Fig. 591.

ou dorsale des métatarsiens, combinée soit à l'adduction, soit à l'abduction qui entraîne le déplacement de l'extrémité fracturée, en dedans ou en dehors.

2° Fractures des métatarsiens chez les fantassins. — Ces fractures peuvent se produire pendant la marche ordinaire, le pas gymnastique, le saut, ou lorsque le pied se renverse au contact d'une inégalité de terrain.

Pendant longtemps on a méconnu leur existence. Breithaupt et Weisbach rapportaient à une entorse tendineuse ou ligamenteuse le gonflement et la douleur qu'ils observaient sur les pieds des fantassins, à la suite des marches.

Pauzat, Poulet, etc., ayant suivi ces éclopés, pendant un certain temps après l'accident, constatèrent que la douleur ne disparaissait pas avec l'œdème, et qu'il se développait secondairement une tuméfaction dure et plus ou moins localisée, sur le dos de l'un des métatarsiens ; aussi n'hésitèrent-ils pas à considérer l'affection comme étant une périostite traumatique ou diathésique.

Néanmoins la nature exacte des lésions constituant ce que Nimier appelait le *pied forcé*, restait toujours obscure et les auteurs qui s'occupaient de la question ne parvenaient guère à se mettre d'accord. (Martin, Nimier, Koerting, Rittershausen, Pfihl et Valence, Busquet, etc.

A ce moment les rayons de Roentgen vinrent apporter leur précieux concours au chirurgien et lui faciliter le diagnostic exact des lésions osseuses et articulaires.

La question s'éclaira alors d'un jour nouveau, et en 1897-98, les médecins militaires allemands, Stechow, Schulte, Kirchner, montrèrent que les symptômes observés étaient la conséquence d'une fracture des métatarsiens. Würtz, Maunoury, Boisson et Chapotot, Schipmann, Thiele, Muskat, Destot

et Bruant, Maré, Loison, etc., reprirent l'étude de la lésion et arrivèrent aux mêmes conclusions.

Le problème semble donc résolu actuellement. Les symptômes de l'affection décorée de noms aussi variés que nombreux, par les premiers observateurs, ont été fort bien décrits par Pauzat, entre autres; ses conditions de production ont été précisées dans la plupart des travaux récents; sa nature réelle démontrée par la radiographie; toutefois le mécanisme exact de la fracture reste encore sujet à des divergences d'interprétation.

Nous avons recueilli 28 observations radiographiques de fractures de marche. La plupart des sujets examinés appartiennent au 130e de ligne. Cela tient à ce que, dans le cours de l'année 1900, M. le médecin major Godet nous a envoyé tous les hommes du régiment, chez lesquels il soupçonnait cliniquement l'existence de cette lésion. C'est dire qu'elle est fréquente chez les fantassins ; mais d'habitude les hommes qui en sont atteints sont traités à l'infirmerie, et ne sont pas soumis au contrôle radiographique.

La fracture intéressait : 11 fois le deuxième, 13 fois le troisième, 2 fois le deuxième et le troisième simultanément, une fois le quatrième et une fois le cinquième métatarsien.

a) Fractures du deuxième métatarsien.

Obs. I. — F..., 130e de ligne, présente de la douleur et du gonflement du pied droit, à la suite des marches d'épreuve. Le 24 mars 1900, quinze jours après le début des accidents, je prends une radiographie dorso-plantaire, et constate, au

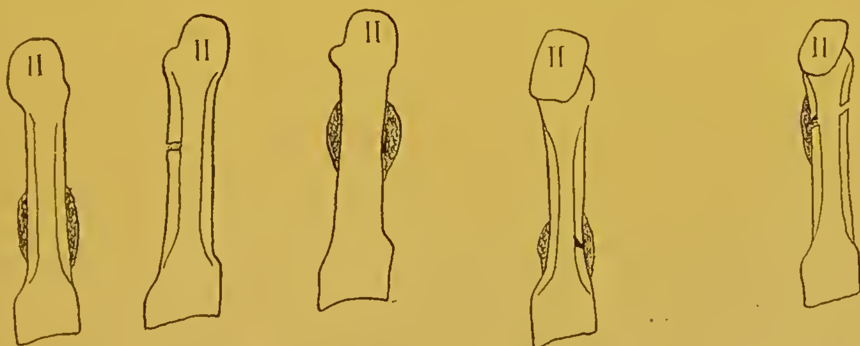


Fig. 592. Fig. 593. Fig. 594. Fig. 595. Fig. 596.

niveau de la partie inférieure de la diaphyse du métatarsien, la présence d'un cal fusiforme, peu opaque aux rayons (fig. 592).

Sur une nouvelle épreuve obtenue le 30 avril, on remarque que le cal s'est étalé suivant la longueur de l'os; son tissu est un peu plus dense.

Obs. II. — Même sujet, souffre du pied gauche, depuis quelques jours. Le 30 avril, l'épreuve dorso-plantaire montre, sur la partie moyenne du deuxième métatarsien, deux petits traits transversaux, rapprochés, semblant n'intéresser que l'épaisseur de la moitié externe du cylindre diaphysaire (fig. 593). Le 21 mai, on peut apercevoir un cal annulaire très net, à l'endroit de la fracture précédente (fig. 594).

Obs. III. — G..., sergent au 9e bataillon de chasseurs à pied, se tord le pied droit, en montant un escalier, le 8 janvier 1899. Le 13 mars, on constate sur la plaque, un élargissement de toute la longueur de la diaphyse du deuxième métatarsien.

Obs. IV. — H..., 130e de ligne, a souffert du pied droit, au deuxième jour des marches d'épreuve faites les 27, 28, 29 et 30 mars 1900; il a été exempté de marche les deux derniers jours. Le 7 avril, il souffre encore en marchant; il y a peu de gonflement du dos du pied; pas d'ecchymose; mais on provoque une douleur à la pression du deuxième métatarsien, vers son tiers postérieur. La radiographie permet de reconnaître l'existence d'un léger trait de fracture n'intéressant que la paroi diaphysaire externe; mais déjà existe un petit cal annulaire, en voie de formation (fig. 595).

Obs. V. — H..., 22e section d'infirmiers, présente les signes cliniques d'une fracture du deuxième métatarsien droit. Il souffre depuis huit jours, à la suite d'une longue marche faite pendant la sortie du dimanche. Radiographie dorso-



Fig. 597.



Fig. 598.



Fig. 599.



Fig. 600.

plantaire, le 4 juillet 1900; il existe une fracture transversale de la partie antérieure de la diaphyse du deuxième métatarsien; une ombre de cal se perçoit, au côté interne seulement (fig. 596).

Obs. VI. — L..., 130e de ligne, après trois jours de marches d'épreuve, à la fin de mars 1900, a souffert du pied gauche. Au moment de l'examen par les rayons de Roentgen, quatre jours plus tard, le dos du pied est tuméfié, et l'on perçoit de la crépitation le long du deuxième métatarsien, qui est atteint de fracture dentelée, avec léger déplacement des fragments (fig. 597). Le 2 mai on sent le cal nettement et on constate son aspect fusiforme (fig. 598).

Obs. VII. — M..., 130e de ligne, a éprouvé, au troisième jour des marches d'épreuve, de la douleur dans le pied droit qui s'est tuméfié. Nous l'examinons le 2 avril 1900, quatre jours après l'accident. Sur la radiographie dorso-plantaire, nous ne constatons rien, mais sur une épreuve planto-dorsale, nous voyons un trait de fracture intéressant le cylindre diaphysaire interne, au niveau du col du deuxième métatarsien (fig. 599). Le 30 avril, le cal se sent à la palpation et est très net sur la plaque sensible (fig. 600).

Obs. VIII. — P..., garde républicain, souffre depuis quinze jours du pied droit, à la suite d'un exercice à pied. Radiographié le 19 décembre 1900 : trait de fracture sur la paroi externe du col du deuxième métatarsien, avec léger cal unilatéral (fig. 601).

Obs. IX. — P..., 130e de ligne, éprouve de la douleur dans le pied droit, depuis quinze jours, à la suite de pas gymnastique. Le 17 juillet 1900, on constate un cal fusiforme au niveau de la diaphyse du deuxième métatarsien, sans trace apparente de fracture (fig. 602).

Obs. X. — T..., 130e de ligne, ressent depuis cinq jours une douleur dans le pied droit qui est un peu tuméfié. Le sujet avait une ampoule au talon qui le forçait à marcher sur le bout du pied. Sur les épreuves dorso-plantaire et planto-dorsale, obtenues le 16 octobre 1899, avec incidence perpendiculaire, on devine à peine le trait de fracture qui est très net sur une radiographie à incidence planto-dorsale, oblique externe (fig. 603). Une nouvelle image dorso-



Fig. 601.



Fig. 602.



Fig. 603.



Fig. 604.

plantaire est prise le 8 mai 1900; le cal est allongé sur toute l'étendue de la diaphyse; son tissu est aussi compact que celui de la paroi diaphysaire, dont on ne peut le distinguer; le canal médullaire est interrompu au niveau de l'ancien trait de fracture (fig. 604).

Obs. XI. — X..., 55e de ligne, accuse des douleurs dans le pied droit depuis trois mois. Le 2 avril 1903, la radiographie montre un épaississement fusiforme et compact de la partie moyenne du deuxième métatarsien.

b) Fractures du troisième métatarsien.

Obs. I. — B..., 130e de ligne, a souffert du pied droit, au cours d'une marche militaire, le 31 août 1900. Le 4 septembre, il existe de l'œdème et de la douleur à la pression, au niveau de la partie antérieure du troisième métatarsien. A ce niveau, on constate une fracture avec léger déplacement (fig. 605).

Obs. II. — B..., 5e de ligne, éprouve de la douleur dans le pied gauche, depuis trois mois. Le 23 juillet 1901, la radiographie nous montre une ancienne fracture oblique, consolidée par un cal peu saillant (fig. 606).

Obs. III. — B..., 130e de ligne, souffre du pied gauche, depuis dix-huit jours, quand il est examiné le 5 juin 1900. On reconnaît une fracture en bec de flûte du col du troisième métatarsien, noyée dans un cal ovalaire, perméable aux rayons (fig. 607).

Obs. IV. — B..., 55e de ligne, s'est fracturé, il y a six mois, le troisième métatarsien droit, en s'appuyant sur la pointe du pied, pour prendre la position du tireur à genou. Il souffre toujours et boîte, lorsque nous le radiographions, le 26 juillet 1902. La diaphyse présente, au niveau de son tiers antérieur, un léger renflement constitué par du tissu compact ne se différenciant pas du reste de l'os: le canal médullaire est rétabli (fig. 608).

Obs. V. — B..., 130e de ligne, accuse des douleurs dans le pied droit, depuis le 9 avril 1900, à la suite des marches d'épreuve. Les rayons X décèlent, après vingt et un jours, un cal annulaire, saillant et transparent, sur le tiers postérieur du troisième métatarsien.

Obs. VI. — B..., 24e de ligne, s'est fracturé le troisième métatarsien, le 11 mai 1901, pendant les marches d'épreuve. La radiographie, quarante-cinq jours plus tard, nous montre un cal analogue au précédent, mais un peu plus opaque, sur le tiers antérieur de l'os.

Obs. VII. — B..., 8e bataillon d'artillerie à pied, a éprouvé une douleur dans le pied gauche, en juin 1899, en posant le pied sur une pierre, pendant une marche. Le gonflement du pied et la souffrance persistèrent pendant trois



Fig. 605.



Fig. 606.



Fig. 607.



Fig. 608.

semaines. Le cal, vu sur l'épreuve, au bout d'un mois, est fusiforme, saillant, et laisse reconnaître à son centre, une fracture transversale de la partie moyenne du métatarsien (fig. 609).

Obs. VIII. — C..., 130e de ligne, a ressenti, il y a dix-huit jours, une vive douleur dans le pied droit, en faisant du pas gymnastique dans la cour de la caserne. Le 27 janvier 1900, les rayons de Roentgen font constater un cal saillant, presque sphérique, peu dense, sur le col du troisième métatarsien (fig. 610).

Obs. IX. — C..., 102e de ligne, souffre du pied, depuis vingt-huit jours, à la suite d'une marche. Le 11 mars 1901, nous reconnaissons la présence d'un cal en forme de fuseau allongé, entourant la diaphyse du troisième métatarsien, mais se distinguant nettement d'elle. On ne voit plus le trait de facture.

Obs. X. — H..., 130e de ligne, s'est tordu le pied droit, le 23 décembre 1899, en marchant sur des pavés irréguliers. Le 20 janvier 1900, le dos du pied est un peu tuméfié et on ne sent pas de cal à la palpation ; on le voit nettement sur la plaque sensible ; il est peu saillant, de forme sphérique.

Obs. XI. — G..., 130e de ligne, s'est fait une fracture de marche du troisième métatarsien, il y a plus d'un mois. Le sujet ne souffre plus, mais on constate cliniquement un cal volumineux. Sur l'image radiographique, on voit qu'il occupe toute la longueur de la diaphyse, et présente une saillie très prononcée en son milieu; son tissu assez dense se distingue néanmoins de celui de la diaphyse; la fracture n'est plus visible (fig. 611).

Obs. XII. — J..., 130e de ligne, fracture de marche du troisième métatarsien, datant de vingt-quatre jours. Au milieu du cal fusiforme, peu saillant, on distingue le trait de fracture, sur la paroi diaphysaire externe.

Obs. XIII. — M..., 130e de ligne, pied forcé, à la suite des marches d'épreuve de fin de mars 1900. Douleur et gonflement, au niveau du troisième métatarsien droit : ni ecchymose, ni crépitation. Le 9 avril, je constate, sur la plaque sensible, un trait de fracture net, sur la paroi interne du cylindre diaphysaire



Fig. 609.



Fig. 610.



Fig. 611.



Fig. 612.

(fig. 612), et le 30 avril, alors que le cal est sensible à la palpation, il se distingue nettement sur la radiographie : il est assez saillant, fusiforme, et le canal médullaire semble oblitéré vers le milieu de la hauteur de la tuméfaction (fig. 613).

c) Fractures successives des deuxième et troisième métatarsiens du même pied.

Obs. I. — B..., 130e de ligne, a souffert du pied droit, en sautant les pistes, il y a un mois et demi environ. On sent nettement un cal dur, sur le deuxième métatarsien. Ayant repris la marche, depuis quelques jours, il a senti à nouveau une vive douleur dans le pied, et le gonflement a reparu. La radiographie faite le 3 juillet 1901, montre un cal fusiforme et gros entourant le deuxième



Fig. 613.



Fig. 614.



Fig. 615.



Fig. 616.

métatarsien, sur lequel on distingue nettement une fracture transversale, tandis que sur le troisième, engainé par un cal mince, allongé, peu dense, on découvre difficilement le trait de fracture, sur les parois latérales de la diaphyse seulement (fig. 614).

Obs. II. — B..., 130e de ligne, ressentit, le 13 juin 1900, une douleur dans le pied droit, à la suite d'une promenade un peu longue. Radiographié cinq jours plus tard, nous trouvons une fracture oblique de la partie moyenne du troisième

métatarsien. Nous constatons en même temps un épaississement notable des parois de la diaphyse du deuxième métatarsien, avec intégrité du canal médullaire (fig. 615). Le sujet nous apprend alors qu'il a déjà souffert du pied droit, il y a un an environ, à la suite d'une marche militaire.

d) Fractures du quatrième métatarsien.

Obs. I. — G..., sapeur-pompier, se renverse les orteils en hyperextension, en montant un escalier, le 19 février 1901. Le 5 mars, nous trouvons les signes cliniques d'une fracture du col du quatrieme métatarsien. La radiographie en confirme l'existence (fig. 616).



Fig. 617.

e) Fractures du cinquième métatarsien.

Obs. I. — B.... 19e train, a fait un faux-pas, en marchant sur un caillou, le 1er avril 1899. Il présente du gonflement et une ecchymose, au niveau de la région dorsale externe du pied gauche; pas de signes cliniques de fracture. Trois jours plus tard, nous constatons, par l'emploi des rayons de Roentgen une fracture oblique incomplète, de la partie interne de la base du cinquième métatarsien (fig. 617).

PATHOGÉNIE ET DIAGNOSTIC DES FRACTURES DE MARCHE DES MÉTATARSIENS

En lisant nos observations, on voit que les sujets accusent, le plus souvent, les marches d'épreuve comme étant la cause de l'accident. Vers la fin de la marche ils ont souffert du pied sans pouvoir préciser le moment exact où la douleur a commencé.

La fracture doit vraisemblablement se produire par un mécanisme différent, suivant qu'elle a lieu, à la suite d'une marche longue, chez un homme chargé, dont les muscles du pied sont fatigués et les ligaments distendus, ou bien suivant qu'elle survient brusquement, pendant le pas gymnastique, le saut, ou la torsion du pied sur une inégalité de terrain.

Voyons d'abord comment il est possible d'expliquer la fracture qui se manifeste à la fin des marches, celle que l'on rencontre le plus fréquemment?

Nous devons préalablement résumer en quelques mots les idées actuelles sur la structure et la physiologie du squelette du pied. Avec Lorenz, Humphry et Charpy, on peut décomposer le pied en deux arcs ou voûtes secondaires, ayant un pilier postérieur commun, le calcanéum et deux piliers antérieurs répondant aux têtes métatarsiennes. L'arc externe, dit Charpy, est essentiellement l'arc d'appui, pendant la station debout; l'arc interne est l'arc du mouvement, de la progression pendant la marche. D'autre part, comme le fait remarquer Henle, les os du pied sont disposés en éventail, dont les branches étalées en avant, se superposent en arrière. Cet éventail, se compose de deux segments longitudinaux : l'externe, comprenant le calcanéum, le cuboïde et les quatrième et cinquième métatarsiens; l'in-

terne, constitué par l'astragale, le scaphoïde, les trois cunéiformes et les trois premiers métatarsiens. Le segment externe appuie sur le sol, par la plus grande partie de son étendue. et particulièrement par toute la face inférieure du cinquième métatarsien ; l'interne n'appuye normalement que par son extrémité antérieure, et se présente suivant un profil incliné d'arrière en avant, et de haut en bas, dont l'astragale forme le point culminant, et les têtes métatarsiennes le point déclive. Charpy prétend même que pendant la marche, quand le pied n'est pas fatigué, l'arc interne n'appuye sur le sol, que par la face inférieure de la tête du premier métatarsien, les têtes du deuxième et du troisième en restant plus ou moins distantes.

Le pied normal comprend par conséquent deux voûtes : l'une antéro-postérieure, l'autre transversale, dont la permanence est assurée par la tension des ligaments et la tonicité des différents muscles du dos et de la plante du pied, en particulier par le tendon du long péronier latéral.

Chez le fantassin surchargé par le poids de ses armes et de son équipement, les muscles fatigués, après une longue route, se relâchent et perdent leur tonicité, et les ligaments seuls doivent intervenir, pour maintenir la forme ; mais, à un moment donné, ils se laissent eux-mêmes distendre, et c'est alors que les surfaces articulaires subissent des mouvements de glissements qui permettent à la tête des deuxième et troisième métatarsiens de prendre contact avec le sol. C'est ainsi que chez les hommes qui marchent beaucoup, on peut observer un durillon médian, sous la tête de ces os.

Plusieurs conséquences défavorables à la solidité des métatarsiens, vont résulter de cet affaissement des voûtes du pied. Ces os ayant quitté leur position oblique normale, pour se rapprocher de l'horizontale, présenteront moins de résistance à la charge qui pèsera sur eux, au moment où le pied commencera son déroulement pendant la marche, alors surtout qu'ils seront seuls à supporter le poids du corps, n'étant plus aidés par les muscles et tendons parésiés, et par les ligaments forcés par la fatigue.

Remarquons en outre qu'il s'est produit une augmentation des diamètres longitudinal et transversal du pied, et que si la chaussure est un peu courte, les têtes des métatarsiens insuffisamment capitonnées par les orteils engourdis, dont la première phalange s'est placé en hyperextension, et particulièrement les têtes du deuxième et du troisième qui sont les plus longs, vont venir buter, à chaque mouvement d'appui du pied, contre le bout recourbé de la semelle et l'angle formé par l'union de cette dernière à l'empeigne. Ces métatarsiens ainsi calés ne pourront plus amortir par élasticité, en glissant en avant, une partie de la force qui leur sera transmise par le poids du corps ; ils n'auront plus d'autre part, en avant d'eux, pour les protéger, le ressort compensateur formé normalement par les orteils ; ils seront encore, pour ces raisons, prédisposés à se rompre.

Vienne, dans cette situation, une résistance s'appliquer sur un point de leur face dorsale, le levier du deuxième genre est réalisé ; en effet, au moment du soulèvement du pied, les têtes métatarsiennes appliquées sur le sol, par l'intermédiaire de la semelle, représentent le point d'appui ; au niveau

de leur base se trouve la puissance ; et la résistance placée sur leur face dorsale fait effort de haut en bas contre le corps diaphysaire, dont la gracilité est bien connue, surtout pour les métatarsiens du milieu.

Par quoi est constituée cette résistance particulière dont nous parlons ? Le travail si complet de Pauzat (*Archives de méd. mil.* 1887, t. X, p. 337) va nous l'indiquer. Si l'on veut bien, dit-il, examiner un soulier qui a quelque temps d'usage, on voit qu'il s'est formé sur le milieu de l'empeigne, un ou plusieurs sillons transversaux qui sont d'autant plus prononcés que la chaussure est faite avec un cuir plus épais et qu'elle sert depuis plus longtemps. La chaussure qui a été mouillée, et dont le cuir s'est raccorni, présente surtout cet aspect. Ce sillon correspondant à une ligne transversale passant vers le col des métatarsiens, et même plus en arrière, par suite du glissement du pied en avant, se creuse pendant l'élévation du pied sur sa pointe, et vient constituer la résistance incriminée.

Il nous semble facile d'expliquer par ce mécanisme la production des fractures diaphysaires de marche, portant sur les deuxième et troisième métatarsiens ; ce sont des fractures par flexion sur point d'appui, qui sont souvent incomplètes, et en tout cas généralement sans déplacement.

Dans les cas où la fracture résulte du renversement du pied portant à faux sur une inégalité du terrain, ou s'est produite pendant le pas gymnastique, ou la montée d'un escalier, on ne peut plus faire entrer en ligne de compte la fatigue musculaire et ligamenteuse entraînant l'aplatissement du pied. Mais dans ces circonstances, la vigilance musculaire a été probablement mise en défaut par la brusquerie de l'accident, et un mécanisme analogue au précédent a dû probablement intervenir pour briser les métatarsiens.

Pour expliquer la fracture incomplète de l'extrémité postéro-interne du cinquième métatarsien, attribuée par un de nos blessés à la marche sur un caillou, on peut penser que la tête du métatarsien a été écartée en dehors, qu'il y a eu tendance à l'ouverture de la partie externe de l'éventail et arrachement, par la tension des ligaments interosseux du quatrième espace, de leur point d'insertion sur le cinquième métatarsien.

Pourquoi la fracture de marche se produit-elle chez certains individus, plutôt que chez d'autres soumis aux mêmes causes de fatigue ? Destot et Bruant (Province médicale, mai-juin 1899) ont incriminé le pied creux ; à un moment donné, nous avions cru, au contraire, pouvoir accuser le pied plat, ayant observé la lésion chez plusieurs sujets ainsi conformés.

Contentons-nous d'avouer que s'il existe certaines prédispositions, nous ne les connaissons pas.

De même on pourrait se demander pourquoi certains sujets ont eu à un intervalle de temps, variant de quelques mois à plus d'un an, les deux pieds atteints, ou deux métatarsiens du même pied fracturés successivement ? Les auteurs ont donné du fait des explications qui ne nous satisfont pas. Confessons également notre ignorance.

Mentionnons toutefois le rôle que peuvent jouer les ampoules au talon ;

nous en avons constaté la présence chez quelques-uns de nos blessés qui nous ont dit avoir fait la plus grande partie de la marche, pendant laquelle ils se sont fracturé le métatarse, en marchant sur la pointe du pied.

Cliniquement et radiographiquement, les fractures de marche des métatarsiens se présentent sous un aspect tout différent, selon qu'on pratique l'examen dans les premiers jours qui suivent l'accident, ou après la formation du cal. C'est ainsi qu'il est possible d'expliquer les divergences d'opinion qui ont eu cours, au sujet de la nature de l'affection : les médecins qui examinaient les blessés au début, ne constatant que l'œdème et la douleur, pensaient qu'il s'agissait d'entorses ligamenteuses; ceux qui les voyaient tardivement et trouvaient un métatarsien atteint d'hyperostose plus ou moins accusée, faisaient tout naturellement jouer un rôle à la lésion périostique.

L'emploi des rayons de Roentgen semble produire les mêmes divergences d'opinion. Si l'on radiographie les blessés peu de temps après le traumatisme on peut, si l'on ne prend certaines précautions que nous allons indiquer, laisser échapper le trait de fracture et en conclure qu'il y a simplement entorse. Mais en suivant le sujet, et en le radiographiant à nouveau plus tard, on voit cette fois que le métatarsien douloureux est entouré d'un manchon annulaire ou fusiforme d'os néoformé, plus ou moins opaque aux rayons, qui ressemble à la virole externe d'un cal. En présence de cet aspect nouveau de l'image, deux conclusions sont possibles et ont été produites : les uns ont attribué cette néoformation osseuse à l'irritation du périoste, et ont pensé y voir la confirmation de la théorie de Pauzat; d'autres ont cru qu'il s'agissait du cal résultant d'une fracture sous-périostique, fracture en bois vert, que les rayons de Roentgen ne pouvaient déceler primitivement.

Après avoir été nous-même le jouet de ces illusions, nous avons pu, dans la suite, reconnaître notre erreur.

Actuellement, lorsqu'un homme se présente à nous, avec des signes cliniques probables de fracture d'un métatarsien, nous multiplions au besoin les radiographies, jusqu'à ce que le trait de fracture nous apparaisse.

Pour arriver à ce but, nous opérons de la manière suivante : nous faisons des poses un peu longues, de façon à ce que la structure trabéculaire du tissu osseux se voie nettement sur la plaque, et nous utilisons des rayons ayant un pouvoir de pénétration moyen. Si l'épreuve obtenue est tant soit peu floue, par suite du défaut d'immobilité absolue du pied, ou de l'excès de dureté ou de mollesse du tubes de Crookes, il faut l'éliminer et recommencer. Si sur une épreuve bien venue, examinée devant une vitre dépolie, en s'aidant au besoin de la loupe, on ne constate pas de trait de fracture, ou un trait douteux, il y a lieu de faire immédiatement une nouvelle radiographie, sous une incidence différente. Parfois nous avons été obligés de prendre des épreuves sous trois incidences variées, avant de pouvoir poser radiographiquement le diagnostic de fracture, car il s'agit très souvent d'une fracture incomplète, avec un trait peu accentué et peu étendu. Nous commençons par prendre une image dorso-plantaire, puis une planto-dorsale, et au besoin

une troisième oblique de haut en bas et de dedans en dehors, planto-dorsale également, ne pouvant faire une épreuve transversale qui nous donnerait une superposition de la plupart des métatarsiens et des contours confus.

Même en cas de lésions peu accentuée, en procédant de la sorte, si nous retrouvons le même trait, au point identique, sur nos trois épreuves, nous posons, sans aucune hésitation le diagnostic de fracture. On nous objectera peut-être que nous avons pu nous tromper dans notre interprétation. Mais nous nous hâtons de répondre que, dans plusieurs cas, où nous avons opéré de la façon indiquée, et où nous avons affirmé la fracture, quoique certains collègues insuffisamment exercés à la lecture des radiographies, n'aient pas aperçu la lésion, nous avons pu confirmer ultérieurement notre diagnostic, en prenant une radiographie tardive qui nous montrait, au lieu indiqué, la présence du cal caractéristique.

C'est généralement vers le quinzième jour, et même plus tôt, que se montre ce cal, sous la forme d'un anneau, ou d'un fuseau, plus ou moins saillant, et d'opacité variable, entourant et réunissant les deux bouts fracturés de la diaphyse. Ce cal se condense progressivement, s'étale, s'amincit, et finit par se confondre complètement, mais au bout de plusieurs mois seulement, avec le tissu compact normal de la diaphyse. En même temps le canal médullaire qui était rétréci à un moment donné, par suite de la présence de la virole interne, reprend ses dimensions primitives, et en voyant l'image de ces métatarsiens anciennement fracturés, on peut songer à une simple hyperostose de la paroi diaphysaire, de nature quelconque ; les commémoratifs seuls permettent de poser le diagnostic rétrospectif de fracture ancienne de marche.

3° **Fractures des métatarsiens chez les cavaliers.** — Les lésions du métatarse observée chez le cavalier qui se traumatise le pied, en tombant avec sa monture, ont été bien décrites par Marit (*Recueil de méd. et de chirurg. milit.* 3e série, t. XVII, p. 313), au point de vue clinique ; mais lorsque la fracture ne se caractérisait pas par des symptômes nets, cet observateur a eu le tort d'incriminer trop fréquemment l'entorse, dans des cas où actuellement l'emploi des rayons de Roentgen démontrerait l'existence d'une solution de continuité osseuse. C'est la répétition de ce qui s'est passé au sujet des fractures du fantassin.

Les lésions que nous avons rencontrées dans le pied forcé par la marche sont d'ordinaire des fractures incomplètes, n'intéressant qu'une partie de l'épaisseur du cylindre diaphysaire ; elles résultent généralement de l'inflexion de l'os vers le haut, et n'atteignent d'habitude qu'un seul métatarsien, généralement le deuxième ou le troisième.

Dans la fracture du cavalier, résultant d'une chute avec le cheval, l'aspect change ; plusieurs métatarsiens sont brisés et présentent des solutions de continuité complètes, avec déplacement des fragments ; ce sont comme nous le verrons des fractures dues ordinairement à la fermeture exagérée, au tassement transversal des branches de l'éventail métatarsien ; en outre la violence traumatique étend souvent son action et produit simultanément des

entorses, des luxations ou des fractures des orteils, ou du massif osseux du tarse.

Nous avons recueillis 14 observations radiographiques de fractures du métatarse chez le cavalier. Nous commencerons par relater les cas les plus simples, pour terminer par les plus complexes.

a) Fractures intéressant un seul métatarsien. — Une fois le deuxième métatarsien était seul intéressé, et quatre fois c'était le cinquième qui se trouvait fracturé, au niveau de son col, de sa partie moyenne ou de sa base.

Obs. I. — G..., territorial au 14° escadron du train, tombe avec son cheval le pied dans l'étrier, le 13 décembre 1900. Le lendemain nous constatons une fracture du col du deuxième métatarsien, avec déplacement de la tête de l'os (fig. 618).

Obs. II. — S..., 8° d'artillerie, tombe avec son cheval, le pied droit pris entre le sol et le flanc de l'animal, le 1er août 1901. On diagnostique cliniquement une

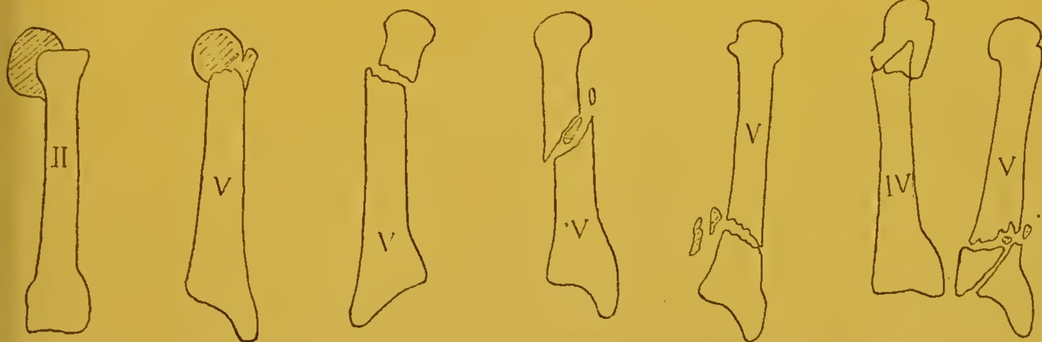


Fig. 618. Fig. 619. Fig. 620. Fig. 621. Fig. 622. Fig. 623.

fracture des quatrième et cinquième métatarsiens. Le 23 septembre, il souffre encore en marchant et le pied gonfle le soir. La radiographie permet de constater qu'il existe uniquement une fracture du col du cinquième métatarsien (fig. 619).

Obs. III. — Q..., garde républicain, tombe avec son chevat, sur le côté gauche, le pied en dehors de l'étrier, le 17 mai 1901. Le lendemain nous enregistrons une fracture du col du cinquième métatarsien (fig. 620).

Obs. IV. — S..., garde républicain. Chute avec son cheval, sur le côté droit, le 13 décembre 1898 : le pied resté dans l'étrier a été pris sous le flanc de l'animal. Il existe une fracture oblique et un peu comminutive de la partie antérieure de la diaphyse du cinquième métatarsien (fig. 621).

Obs. V. — L..., maréchal des logis au 1er cuirassiers. Chute avec son cheval, le pied droit dégagé de l'étrier, mais pris entre le sol et l'animal, le 7 octobre 1899. Huit jours plus tard la radiographie montre une fracture transversale et esquilleuse de la base du cinquième métatarsien (fig. 622).

b) Fractures intéressant plusieurs métatarsiens exclusivement, ou s'accompagnant de lésions simultanées du tarse antérieur ou des orteils.

Obs. I. — R..., sous-officier au 2e cuirassiers, fait une chute avec son cheval, le pied dans l'étrier, le 5 juillet 1901. On provoque une douleur à la pression des quatrième et cinquième métatarsiens du pied droit, et on reconnaît une fracture du col du quatrième et de la base du cinquième (fig. 623).

Obs. II. — C..., 35 ans, médecin major, se traumatise le métatarse, en tombant avec son cheval, le pied dans l'étrier, en décembre 1895. Nous l'examinons quatre ans après l'accident; la marche se fait bien, mais il se produit un peu de douleur, après un exercice à pied prolongé. Nous constatons à la radiographie, une ancienne fracture du col des deuxième et troisième métatarsiens, dont les têtes ont subi un certain mouvement de rotation et d'inclinaison en

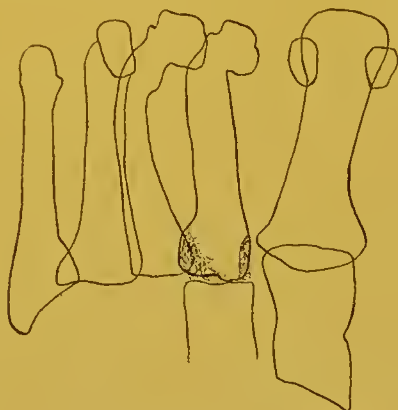


Fig. 624.



Fig. 625.

dedans; les premières phalanges des orteils sont en position normale. Il semble également qu'il y ait eu un arrachement au niveau de la base des deuxième et troisième métatarsiens, dont les contours sont moins nets que normalement (fig. 624).

Obs. III. — B..., 26 ans, garde républicain, tombe avec son cheval, le pied gauche resté dans l'étrier, et pris entre le flanc de l'animal et le sol, le 3 octobre 1899. L'examen aux rayons de Roentgen pratiqué six jours plus tard, montre une fracture irrégulière de la base du premier métatarsien, et une fracture oblique, incomplète, de la tête du deuxième (fig. 625). Le blessé quitte l'hôpital, le 19 novembre, et reprend son service, après un mois de convalescence.

Le 7 mars 1900, nouvelle chute, dans les mêmes conditions : mais cette fois l'étrier a été déformé par le choc.

La forte tuméfaction du pied rend difficile le diagnostic clinique des lésions. La radiographie permet de constater une fracture transversale de la base des deuxième et troisième métatarsiens du pied gauche et une fracture du col des mêmes os. L'ancienne fracture du premier métatarsien s'est consolidée régulièrement (fig. 626).

Le blessé sort le 15 avril, proposé pour une saison à Bourbonne; il souffre et boite en marchant.

Obs. IV. — B..., gendarme, 36 ans, tombe avec son cheval, le pied dans l'étrier, le 8 août 1899. Entré au Val-de-Grâce, le lendemain de l'accident, dans le service de M. le professeur Robert, il présente un gonflement notable de tout l'avant-pied, et des ecchymoses disséminées. Nous constatons une fracture incomplète, au niveau de la partie moyenne et externe de la diaphyse du cinquième métatarsien gauche, une fracture complète, avec petite esquille, du

corps des troisième et quatrième métatarsiens, dont les fragments distaux sont déplacés en dehors; il existe en outre une luxation externe de la base de la première phalange du deuxième orteil (fig. 627).

Malgré plusieurs tentatives variées de réduction, et l'application d'un appareil plâtré, luxation et fractures persistèrent, avec le même déplacement, ainsi

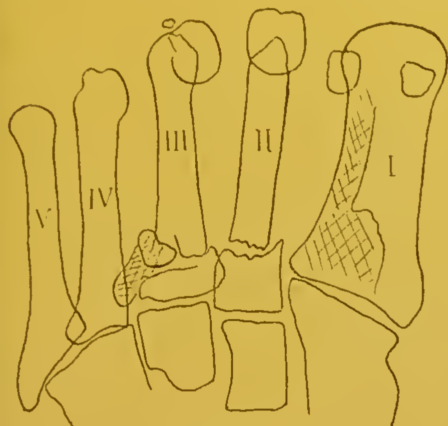
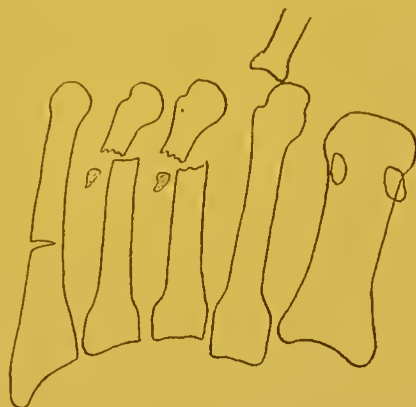


Fig. 626.

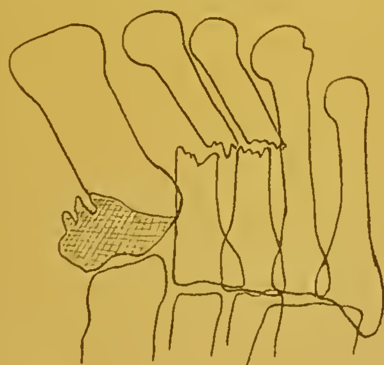

Fig. 627.

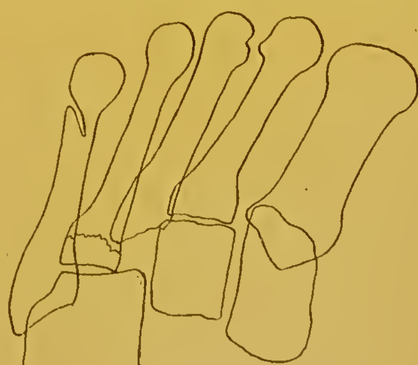
que le montrèrent deux nouvelles épreuves obtenues le 14 août et le 9 septembre.

A la date du 17 avril 1900, on note que le blessé souffre toujours en marchant; il est envoyé aux eaux de Bourbonne.

Obs. V. — M..., 9e hussards, fait le 13 septembre 1902, une chute avec son cheval, sur le pavé, le pied droit resté dans l'étrier et pris sous le flanc de l'animal.

La radiographie permet de reconnaître une fracture irrégulière de la base du premier métatarsien, et une fracture transversale de la partie moyenne des


Fig. 628.


Fig. 629.

deuxième et troisième métatarsiens. La tête des fragments antérieurs s'est inclinée en dedans (fig. 628).

Nous fîmes du massage, sans tentative de réduction, et le 2 novembre, jour où le blessé partait en convalescence, nous avons pris une nouvelle épreuve qui nous montra que la consolidation s'était faite avec persistance des déplacements indiqués.

Le pied ne présentait pas de déformation extérieure apparente. Les différentes articulations étaient souples. Il existait une légère tuméfaction dorsale

due au cal. Le sujet marchait sans boiter, mais disait éprouver un peu de douleur au niveau des articulations métatarso-phalangiennes, quand il appuyait le pied sur le sol.

Obs. VI. — B..., 19e train, fait une chute avec son cheval, le pied dans l'étrier le 28 octobre 1901. Tout le dos du pied gauche et le bas de la jambe sont tuméfiés. Cliniquement il est difficile de porter un diagnostic exact, et la moindre exploration fait pousser des cris au malade. Sur l'épreuve dorso-plantaire faite le lendemain, on constate que tous les métatarsiens sont inclinés en dedans et sont entorsés, déboîtés, ou fracturés à leur base; la cinquième présente une fracture incomplète au niveau de son col (fig. 629).

Sur une image tranversale externe-interne, on observe les mêmes désordres et l'on voit en outre qu'il existe une subluxation plantaire du premier métatarsien. De plus tous les métatarsiens sont fléchis sur le tarse, d'où la production d'un pied creux.

Obs. VII. — E..., lieutenant de cavalerie, est tombé avec son cheval, il y a quinze jours ; il ignore si son pied était resté dans l'étrier. Il existe du gonflement du pied, des ecchymoses à la base des orteils, et une facture probable des IIe et IIIe métatarsiens. Le 11 septembre 1900, l'emploi des rayons X, seul permet de se rendre un compte exact des lésions qui sont assez complexes. Les IIe et IIIe métatarsiens sont fracturés, au niveau de leur col, et leur corps s'est déplacé en dehors, en arrachant leurs insertions sur les cunéiformes: les deuxième et troisième cunéiformes sont disjoints, et une esquille apparaît dans leur intervalle; arrachement de deux petits fragments osseux du bord interne du scaphoïde, par les fibres du ligament astragalo-scaphoïdien (fig. 630).

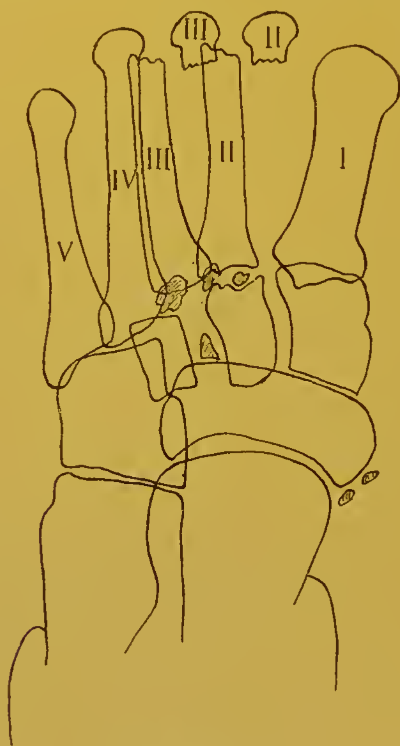


Fig. 630.

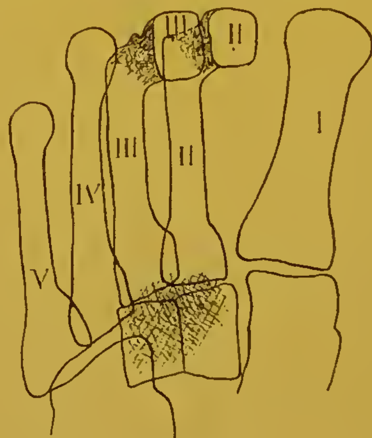


Fig. 631.

Sur une nouvelle épreuve exécutée le 9 février 1901, on voit que les os fracturés se sont soudés dans les positions vicieuses qu'ils occupaient (fig. 631).

Obs. VIII. — D..., sous-officier à la 2e compagnie de remonte, tombe avec son cheval, le pied dans l'étrier, le 25 juin 1900. Transporté immédiatement au Val-de-Grâce, dans le service de M. Nimier, il présente un gonflement notable de la face dorsale et de la plante du pied droit, ai si que des ecchymoses disséminées. Sur la radiographie prise le lendemain, nous notons les lésions sui-

vantes : léger arrachement de l'extrémité postéro-externe du Ier métatarsien, et fracture antéro-postérieure incomplète de la partie externe du premier cunéiforme ; fracture oblique de la base du IIe métatarsien, dont le fragment postérieur fait saillie dans le deuxième espace interosseux, tandis que le fragment antérieur a subi un certain mouvement de rotation sur son axe ; fracture verticale incomplète de la base de la première phalange du deuxième orteil ; fracture esquilleuse, oblique en dedans, du col du IIIe métatarsien ; fracture du col du IVe, et renversement en dehors en position transversale, du fragment antérieur, qui vient chevaucher partiellement à la tête du Ve métatarsien (fig. 632).

Obs. IX. — P..., lieutenant de cavalerie, fait une chute avec son cheval, le 13 janvier 1900 : le pied était resté dans l'étrier qui fut tordu et aplati. Le jour de l'accident, le blessé fut placé sous le chloroforme pour permettre un examen complet, et le diagnostic clinique fut le suivant : 1° fracture de la tête de l'astragale : 2° luxation du scaphoïde en dedans ; 3° fracture double du IIIe métatarsien, portant sur son tiers antérieur et sa base ; 4° luxation en dehors de



Fig. 632.

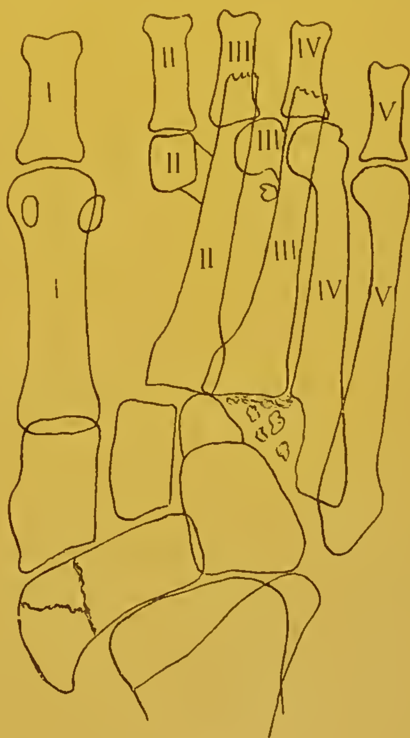


Fig. 633.

l'extrémité postérieure du Ve métatarsien. L'extrémité antérieure du IIIe métatarsien fracturé avait perforé la peau de la face dorsale du pied.

La contention, après réduction apparente des fragments, fut assurée par un appareil plâtré.

Trois jours plus tard le blessé est transporté au Val-de-Grâce dans le service de M. Robert. La radiographie prise le 17 janvier, à travers l'appareil plâtré, nous montre un traumatisme très complexe portant à la fois sur le métatarse et le tarse antérieur. Les IIe et IIIe métatarsiens sont fracturés au niveau de leur col ; la tête de ces os est restée en place, tandis que l'extrémité antérieure de leur diaphyse, à la faveur de la luxation qui s'est produite au niveau de leur base, a pu se porter en haut et en dehors, le IIe métatarsien chevauchant l'articulation métatarso-phalangienne du IIIe, et le IIIe métatarsien se compor-

tant de même par rapport au IVe. La base des IVe et V^e métatarsiens s'est déplacée également en dehors, mais l'extrémité antérieure de ces deux os est intacte.

Du côté du tarse, il existe une fracture antéro-postérieure du scaphoïde, dont la partie interne s'est subluxée en dedans, entraînant dans ce sens le premier cunéiforme et le Ier métatarsien. Les deuxième et troisième cunéiformes ont été comprimés déplacés et écrasés partiellement, surtout le troisième entre les bases des métatarsiens glissant et basculant en dehors et en arrière, et le front du scaphoïde et du cuboïde subissant le mouvement inverse (fig. 633).

De nouvelles tentatives de réduction faites à diverses reprises restèrent vaines, comme le démontrèrent différentes radiographies prises à intervalles plus ou moins éloignés, et qui se ressemblent toutes.

Il n'existait aucune lésion de l'astragale, ni du calcanéum, ainsi que nous pûmes facilement nous en assurer, au moyen d'une épreuve complémentaire faite dans le sens transversal. Sur cette dernière plaque, on voyait nettement que la base des IVe et V^e métatarsiens chevauchait sur la face externe du cuboïde.

A partir du 3 mars, le blessé s'essaye à marcher, avec un appareil silicaté, puis avec une simple bande de flanelle, à la fin du mois. On commence le massage et l'électricité, que l'on continue tous les jours.

Le 2 avril, M. Nimier résèque les pointes antérieures des IIe et IIIe métatarsiens, qui continuaient à faire saillie en arrière des orteils.

Le 5 mai, le blessé quitte l'hôpital, pour aller en convalescence : il appuie le pied sur le sol, sans éprouver de douleur.

Il vient se présenter à nous, vers le milieu de juin, et à ce moment la marche s'effectue sans aucune souffrance.

PATHOGÉNIE DES FRACTURES DU MÉTATARSE CHEZ LE CAVALIER

Comment se produisent ces fractures, chez le cavalier qui tombe avec son cheval, le pied étant généralement resté dans l'étrier, et pris entre le flanc de l'animal et le sol ?

Il s'agit de fractures par flexion latérale, dues à la fermeture de l'éventail métatarsien, dont le mécanisme se trouve bien décrit dans le travail de Marit.

Ces traumatismes résultent, non pas de la chute des cavaliers, mais bien de leur monture qui, en glissant par exemple d'un pied de devant, se couche sur le côté, position dans laquelle la jambe du militaire à cheval est prise entre le sol et le corps de l'animal.

Sur 30 cas de ce genre observés par notre ancien collègue de l'armée, le gonflement d'abord limité au métatarse, s'est ensuite étendu à la région du tarse. Les lésions cliniques constatées du côté des métatarsiens ou des os du tarse sont rapportées à l'entorse, ou à la luxation, et cependant l'auteur signale certains cas où il y eut du gonflement périostique, qu'il attribue à la périostite des métatarsiens. Ici encore, comme pour les fractures de marche, la clinique constate les lésions de périostite tardive, mais ne les rattache pas à leur véritable cause, la fracture.

Lorsque le cavalier tombe avec son cheval, le pied touche le sol par son bord externe ; il se renverse en dedans, et ainsi placé de champ, il est comprimé transversalement, sous le poids du corps de l'animal.

A ce moment l'étrier peut présenter trois positions ; 1° s'il reste perpendiculaire à l'axe du pied, ce qui est rare, il reçoit le choc du cheval, et protège le pied ; 2° s'il est oblique, sa branche interne peut se trouver en avant, tandis que l'externe est en arrière ; la première appuie sur la partie antéro-interne du premier métatarsien, et la seconde sur le cuboïde, ou l'extrémité antérieure du calcanéum ; il en résulte un mouvement de bascule qui peut amener l'entorse, la luxation ou la fracture des métatarsiens internes particulièrement, avec ou sans désordre du côté des cunéiformes ; les métatarsiens fracturés tendront à s'incliner en dedans par leur base, et à s'énucléer en dehors par leur partie antérieure ; 3° le mouvement inverse de l'étrier peut se produire, la branche interne se trouvant en arrière, tandis que l'externe est en avant, et appuie contre l'extrémité antérieure du cinquième métatarsien ; c'est alors sur les métatarsiens externes et le cuboïde que siègent les lésions d'entorse, de luxation ou de fracture, et les métatarsiens s'inclinent en dedans par leur partie antérieure, tandis que leur base cherche à glisser en dehors.

Ce tassement du pied dans le sens transversal peut s'accompagner d'une pression sur le dos, ou sur la face plantaire des métatarsiens, d'où la coexistence de subluxation dorsale ou plantaire des métatarsiens, au niveau de l'articulation de Lisfranc.

En appliquant ces données générales à chacun des cas particuliers observés, on pourra assez facilement se rendre compte du mécanisme qui a présidé à la production des lésions constatées.

4° **Entorses tarso-métatarsiennes.** — Dans les observations précédentes de lésions traumatiques du métatarse, nous avons remarqué que fréquemment les dégâts siégeaient du côté de la base des métatarsiens et des os du tarse ; il s'agissait de grosses lésions que l'on pouvait qualifier de fractures. Dans le cas que nous allons rapporter, on verra des fractures minimes, parcellaires, provenant de l'arrachement par les ligaments tiraillés, de petites lamelles osseuses, au niveau de leurs points d'insertion. Ce sont là des entorses à proprement parler.

Obs. I. — G...., 141e de ligne, tombe sous un wagonnet, le 24 mai 1902, et l'une des roues du véhicule lui passe sur la partie inférieure de la jambe droite.

Il entre le lendemain à l'hôpital, atteint de fracture du péroné au quart inférieur et présentant en outre des signes de contusion du pied. La radiographie montre des fractures parcellaires au niveau de la base du Ier métatarsien, et entre le premier et le deuxième cunéiforme (fig. 634).

5° **Lésions de l'avant-pied par arme tranchante.**

Obs. I. — G..., 115e de ligne, s'est sectionné la partie antéro-externe du pied droit, le 15 janvier 1900, avec une hache, en fendant du bois. Sur la radiographie prise le 23 juillet, on voit que la partie interne de la base de la première phalange du quatrième orteil a été détachée, ainsi que la partie externe de la tête du IVe métacarpien. Le Ve métacarpien a été coupé en son milieu : son fragment antérieur s'est déplacé en dehors, et la consolidation s'est faite dans cette position (fig. 635).

6° Lésions de l'avant-pied par armes à feu.

Les blessés observés sont peu nombreux, et souvent, en cas de coup de fusil chargé à plomb, les projectiles se trouvaient répartis non seulement dans la région métatarsienne, mais également au niveau des orteils et du tarse.

Obs. I. — S..., enfant de troupe, âgé de quatorze ans, a été blessé, il y a un un certain temps, par un coup de fusil chargé de gros plombs. Il se plaint de douleurs au niveau des quatrième et cinquième orteils. Les rayons de Roentgen



Fig. 634.



Fig. 635.



Fig. 636.

montrent, en arrière de la commissure des deux orteils, un gros plomb déformé, logé dans les tissus (fig. 636).

Ce corps étranger irrite probablement par sa présence les nerfs collatéraux correspondant des deux orteils; nous en conseillons l'extraction.

Obs. II. — R..., 13e cuirassiers, a reçu à bout portant, un coup de carabine chargée à plomb, le 12 octobre 1898. Beaucoup de plombs sont sortis, mais il en



Fig. 637.



Fig. 638.

reste un grand nombre, de forme et de volume variables, disséminés dans la partie antéro-interne du pied (fig. 637). A la suite de l'accident, il s'est déve-

loppé une arthrite suppurée de l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil, avec trajet fistuleux à ce niveau. A la fin de décembre 1898, je pratique un curetage de la fistule, extrait les plombs qui se présentent, et la guérison s'ensuit.

Obs. III. — P..., 102e de ligne, est atteint, le 16 janvier 1901, à faible distance, à la partie antérieure du pied gauche, d'un coup de fusil chargé à plomb. La radiographie faite, six jours plus tard, montre sur l'image dorso-plantaire, la plupart des plombs massés au niveau des orteils et des têtes métatarsiennes;



Fig. 639.



Fig. 640.

trois d'entre eux se trouvent vis-à-vis le cuboïde (fig. 638). Une seconde épreuve transversale permet de voir que presque tous les projectiles sont logés dans la partie antérieure de la semelle plantaire, sous les articulations métatarso-phalangiennes. On renonce à leur extraction, et la marche n'est pas gênée dans la suite.

Obs. IV. — S..., ancien soldat, a reçu en 1870, au niveau du Ve métatarsien, une balle tirée à 200 mètres environ, au moment où il était couché à plat ventre. Le projectile entra par le dos du pied et sortit par la plante. Les rayons X décèlent, en 1897, une ancienne fracture du col du Ve métatarsien, avec consolidation vicieuse (fig. 639).

Obs. V. — D..., militaire réformé, fut frappé, en 1870, par une balle qui entra par la face dorsale de la racine du petit orteil droit, et sortit vers la base du

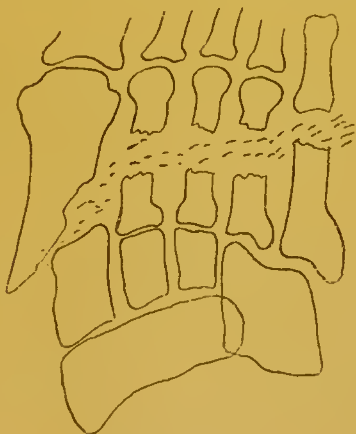


Fig. 641.

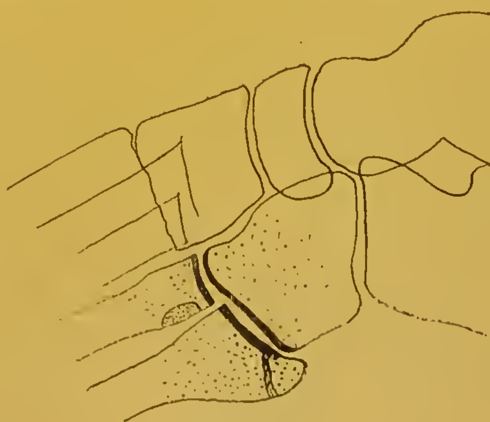


Fig. 642.

Ier métatarsien. Après extraction de quelques esquilles, la plaie était guérie, au bout de six mois. Sur l'épreuve dorso-plantaire prise en mai 1899, on constate

qu'il y a eu fracture de tous les métatarsiens, sauf le Ve : le IIIe et le Ier sont particulièrement raccourcis et déformés ; les orteils sont intacts. Quelques fragments de plomb restent disséminés dans le foyer traumatique (fig. 640). Sur une image transversale, on remarque que le raccourcissement considérable du Ier métatarsien n'est qu'apparent, et provient de ce que cet os s'est consolidé en position fortement incurvée ; il forme une courbe à concavité inférieure, ce qui fait que la tête est fortement rapprochée de la base, dans la projection verticale de l'épreuve dorso-plantaire.

La marche a lieu avec quelques difficulté, et nous estimons qu'une bonne amputation de Lisfranc eut été préférable, dans le cas présent, à la conservation.

Obs. VI. — B..., 1er régiment étranger, a reçu en Chine, le 2 mai 1901, un coup de feu transversal du pied droit. Le projectile a fracturé tous les métatarsiens, en se dirigeant obliquement de la tête du Ve vers la base du Ier. La blessure suppura et il se développa de l'ostéite chronique et des fistules, qui persistaient encore, lorsque le blessé entra à l'hôpital de Marseille, le 17 novembre 1901. Sur l'image obtenue quelques jours plus tard, on voit l'état des lésions (fig. 641).

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques de l'avant-pied

Nous n'avons à relater que deux observations disparates : dans l'une, il s'agit de tuberculose ostéo-articulaire, tarso-métatarsienne ; dans l'autre, les lésions osseuses constatées sur le premier métatarsien semblent être de nature rhumatismale.

Obs. I. — D..., 1re compagnie de remonte, se traumatise le pied gauche, le 5 juin 1901, en descendant de cheval. Dans la suite, il continue à souffrir du pied et ne peut marcher. Le 13 août sur la plaque sensible, nous reconnaissons la présence d'une ancienne fracture de l'apophyse postérieure du Ve métatarsien, et des lésions d'ostéite tuberculeuse, au niveau des bases des IVe et Ve métatarsiens, et de la partie antérieure du cuboïde. Dans ces points, le tissu osseux présente sur la plaque sensible, l'aspect granité indiquant une ostéite fongueuse infiltrée, tandis qu'un petit foyer fongueux, se traduisant par une tache noire limitée, s'aperçoit sur le bord externe de la base du IVe métatarsien. On constate des lésions d'ostéoporose sur tous les os du pied. Les cartilages d'encroûtement se détachent nettement, surtout au niveau des articulations métatarso-cuboïdiennes (fig. 642).

Obs. II. — L..., sous-intendant militaire, éprouve des douleurs au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil gauche, depuis plusieurs années.

Cliniquement il s'agit de rhumatisme chronique. La radiographie pratiquée le 9 mars 1901, nous montre, au niveau de la partie externe de la tête du Ier métatarsien, une excroissance osseuse, allongée transversalement, adhérente à l'os, mais constituée par un tissu moins dense que celui de ce dernier : deux autres petites exostoses se remarquent également sur le côté externe de la phalange unguéale du gros orteil (fig. 643). On a là les apparences des nodosités d'Heberden.

§ 3. — Lésions congénitales

Le cas d'exostose de la tête du premier métatarsien que nous allons rapporter, ressemble tellement, comme aspect radiographique aux exostoses sous-unguéales étudiées précédemment, que nous croyons devoir le considérer comme un exemple d'exostose de croissance. Mais il pourrait bien s'agir encore d'une nodosité d'Heberden.

Obs. I. — A..., capitaine d'infanterie, présente sur la partie dorsale et interne du 1er métatarsien, une saillie osseuse sensible à la pression prolongée. Le 28 avril 1901, nous découvrons, au moyen des rayons de Roentgen, une exos-



Fig. 643.



Fig. 644.

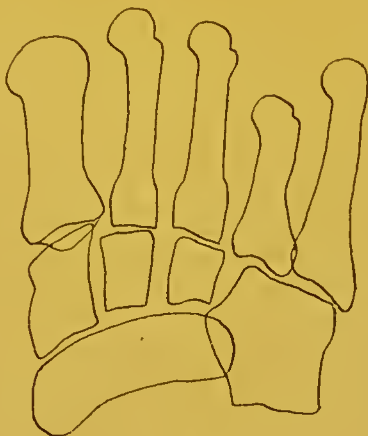


Fig. 645.

tose, en forme de crochet à concavité postérieure, constituée par un tissu assez dense, s'insérant sur le métatarsien, en arrière et à la limite du cartilage d'encroûtement (fig. 644). L'ablation n'en fut pas pratiquée.

Obs. II. — M..., capitaine d'infanterie vient se faire radiographier, le 5 août 1901, pour une entorse ancienne du pied, datant de quatre mois, qui gêne encore la marche. Nous ne constatons aucune lésion traumatique osseuse, mais il existe un raccourcissement du IVe métatarsien, qui semble être d'origine congénitale (fig. 645). Le sujet n'a jamais eu de traumatisme à ce niveau, et le métatarsien du reste a une structure normale. Sur l'autre pied, le IVe métatarsien a sa longueur habituelle.

CHAPITRE III

AFFECTIONS DU TARSE

§ 1. — Lésions traumatiques

Nous étudierons successivement dans ce chapitre les lésions traumatiques et autres, portant sur le tarse antérieur et le tarse postérieur. Toutefois, en ce qui concerne l'astragale, nous renverrons au chapitre suivant, les cas dans lesquels il semble surtout intéressé en tant que partie constituante de l'articulation tibio-tarsienne.

1° Fractures des os du tarse par causes communes.

a) Fractures du premier cunéiforme. — Les fractures portant sur le premier cunéiforme ont seules été observées par nous, à l'état isolé ; les fractures intéressant les autres cunéiformes accompagnent généralement des lésions des métatarsiens, comme nous l'avons vu, en étudiant les traumatismes de ces derniers os chez les cavaliers.

Obs. I. — P..., 9e dragons, tombe avec son cheval, le pied droit pris sous le flanc de l'animal, le 14 avril 1901. Il existe une ecchymose et du gonflement du dos du pied, et de la douleur diffuse à la pression. Les métatarsiens sont intacts ; mais le Ier cunéiforme a été fracturé transversalement et incomplètement (fig. 646).

Obs. II. — P..., 19e d'artillerie, ent. le 20 mai 1903, le pied droit écrasé par la roue d'un affût de canon, qui passa sur le bord postérieur et externe du calcanéum, où existe une éraflure superficielle de la peau ; le pied se renversa en dedans, et appuya sur le sol par sa pointe, pendant que sa partie postérieure était comprimée. Le blessé entra à l'hôpital avec un gonflement de tout le dos du pied. Cliniquement il nous sembla exister une fracture de la base du Ier métatarsien, mais la radiographie nous montra une fracture trabéculaire, sans déhiscence, de la partie moyenne du Ier cunéiforme.

Obs. III. — B..., 4e chasseurs d'Afrique, reçut le 14 juillet 1903, un gros pavé sur le dos du pied droit. Tout le dos du pied se tuméfia les jours suivants, et une ecchymose se voyait le long du bord externe du pied, et à la racine des orteils. Vers le milieu de la face dorsale interne du pied existait une saillie osseuse rappelant la configuration de l'extrémité postérieure du Ier métatarsien subluxée en haut. Douleur à la pression à ce niveau. En mobilisant les cinq métatarsiens, surtout le premier, on provoquait de la douleur, et pendant les mouvements anormaux de flexion plantaire qui étaient possibles, on percevait

de la crépitation au niveau des articulations tarso-métatarsiennes. En examinant la plaque impressionnée le 17 juillet, on se rend compte qu'il existe uniquement un arrachement de la partie antérieure du Ier cunéiforme, qui a permis au Ier métatarsien de se déplacer légèrement vers le haut (fig. 647). Les autres articulations tarso-métatarsiennes, sont simplement atteintes d'entorse, sans lésions osseuses.

Il était possible de refouler en place l'extrémité postérieure du Ier métatarsien, mais la réduction ne se maintenait pas, dès que l'on cessait la pression. Nous nous contentâmes de faire du massage.

Le 15 août, le blessé partit en convalescence, marchant facilement et sans douleur, quoique présentant toujours une légère saillie au niveau de la partie interne du dos du pied.

Aurions-nous dû, dans ce cas, recourir à une thérapeutique plus active, découvrir le foyer de fracture, pratiquer la réduction et le maintien au moyen



Fig. 646.



Fig. 647.



Fig. 648.



Fig. 649.

d'une suture périosto-ligamenteuse, ou par la suture des fragments avec un fil métallique, ou par l'enchevillement ? La saillie dorsale nous a semblé trop peu prononcée, pour nécessiter cette opération sanglante.

b) Fractures du premier cunéiforme et du scaphoide.

Obs. I. — J..., 27e dragons, tombe avec son cheval, sans étrier, le pied droit pris sous le flanc de l'animal, le 24 décembre 1898. Ecchymose et gonflement du pied et de la partie inférieure de la jambe. Il n'a pas fait de service depuis l'accident ; le membre se fatigue, dit-il, dès qu'il marche, et le pied enfle. Le 30 septembre 1899, nous prenons une radiographie dorso-plantaire. Sur la partie antéro-interne du scaphoïde se voit un petit fragment osseux provenant d'un arrachement ligamenteux ; d'autre part, l'extrémité postérieure du Ier cunéiforme semble s'être enfoncée dans la face antérieure du scaphoïde, dont le tissu comprimé a fait saillie au côté interne du cunéiforme (fig. 648).

c) Fractures du scaphoide.

Obs. I. — L..., capitaine d'infanterie. Passage d'une roue de voiture sur le dos du pied gauche, le 25 novembre 1901. Depuis l'accident, la marche est gênée et douloureuse. Le 26 décembre, les rayons de Roentgen font voir, un arrachement partiel, une fracture parcellaire de la tubérosité interne du scaphoïde, et pas d'autres lésions (fig. 649).

Obs. II. — S..., 18e dragons, saute d'une fenêtre du deuxième étage, dans la rue, le 20 août 1899 : il rencontre le sol avec le pied gauche et a le talon de sa botte arraché. Le 13 octobre 1899, une épreuve radiographique transversale indique que le scaphoïde fait une certaine saillie dorsale, et présente encore l'indice d'un trait de fracture vers sa partie supérieure (fig. 650). Sur l'image

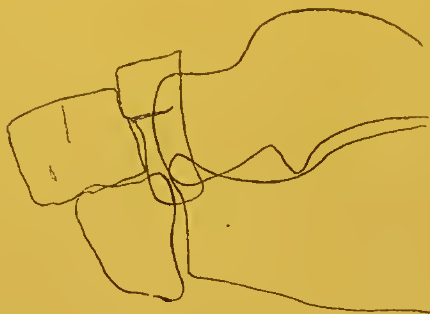


Fig. 650.

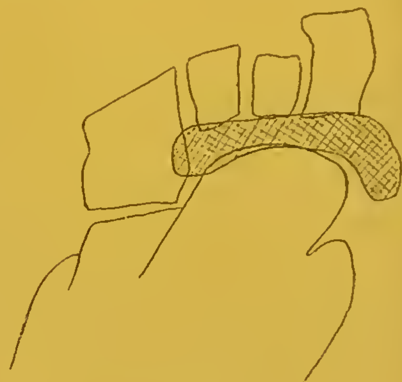


Fig. 651.

obtenue en position dorso-plantaire, le scaphoïde se montre aplati d'avant en arrière et sa tubérosité interne forme une saillie appréciable en dedans (fig. 651).

Obs. III. — C..., 104e de ligne. Le 15 juillet 1901, pour éviter une chute, en descendant un escalier, il saute cinq à six marches, et se fait un traumatisme du pied droit, sans savoir exactement comment a porté son pied. Il présente les signes cliniques d'une luxation dorsale incomplète du scaphoïde. Le 17 juillet, je prends deux radiographies : l'une dans le sens externe-interne, l'autre

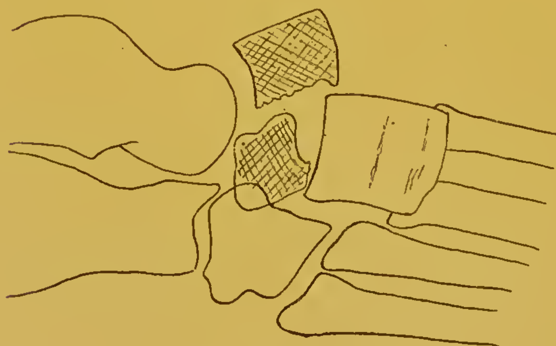


Fig. 652.



Fig. 653.

en position dorso-plantaire. Sur la première (fig. 652), on voit le corps du scaphoïde sorti de sa mortaise, chevauchant sur le dos des cunéiformes par son rebord antéro-inférieur, tandis que la plus grande partie de sa face articulaire postérieure reste en contact avec la tête astragalienne. La seconde épreuve (fig. 653) montre également la partie antérieure du scaphoïde se superposant à la partie postérieure des cunéiformes, mais elle fait voir surtout que la tubérosité interne de l'os a été arrachée, et a conservé son contact normal avec l'as-

tragale. C'est l'ombre de cette tubérosité que l'on distingue sur la première image, au-dessous du scaphoïde luxé.

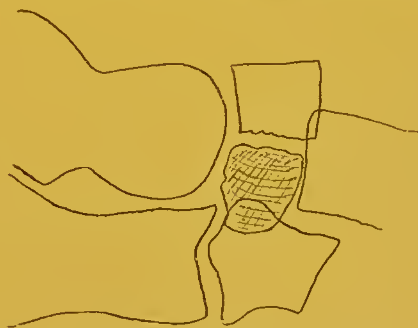
Le 19 juillet, M. le professeur Mignon pratique, à ciel ouvert, la réduction de la luxation, puis pour la maintenir, il suture ensemble les débris des ligaments scaphoïdo-cunéens dorsaux, passant ses fils dans les tissus fibreux recouvrant le dos des os. Le 20 juillet, je pris une radiographie, à travers l'appareil amidonné qui avait été appliqué, et constatai que la réduction n'était pas complète (fig. 654).

Une autre radiographie pratiquée le 20 août montra que la partie antérieure du scaphoïde débordait les cunéiformes, de plus de la moitié de sa hauteur (fig. 655).

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DES FRACTURES DU SCAPHOÏDE AVEC OU SANS LUXATION DES FRAGMENTS

Le mécanisme de la fracture et de la luxation du scaphoïde nous semble être celui qu'indique Paublan (Thèse de Paris 1900) : dans une chute sur la pointe du pied, le scaphoïde se trouve comprimé entre l'astragale et les cunéiformes. Dans cette situation que va-t-il arriver ? Ce que nous avons


Fig. 654.


Fig. 655.

constaté dans nos observations : ou bien il va se laisser pénétrer en partie par le premier cunéiforme et s'écraser partiellement ; ou bien il s'aplatira à son centre, se fracturera en plusieurs fragments, ces derniers se déplaçant par expression, vers le haut et les parties latérales ; ou encore la plus grande partie de son corps se subluxera en haut, sa tubérosité interne et son bord inférieur s'arrachant et restant maintenus en place par les puissants ligaments qui s'insèrent à leur niveau.

Étudiant spécialement les luxations du scaphoïde, sans s'occuper des fractures concomitantes, Paublan en décrit trois variétés : 1° luxation de l'os, dans son articulation avec l'astragale (luxation astragalo-scaphoïdienne), 2° luxation dans l'articulation avec les cunéiformes (luxation scaphoïdo-cunéenne) ; 3° luxation dans les deux articulations à la fois (énucléation).

Dans ce dernier cas, dont notre observation III est un exemple, le scaphoïde comprimé sur ses deux faces, tend à s'énucléer vers le haut, comme un noyau de cerise, laissant toutefois en place ses parties les plus solidement fixées.

Le traitement par le massage est seul de mise dans les fractures sans

déplacement, ou accompagnées de déplacement soit dorsal, soit latéral peu prononcé.

Mais comment se comporter, quand le scaphoïde vient faire sur le dos du pied une saillie accentuée pouvant gêner ultérieurement le port de la chaussure ? Il n'y a que deux moyens à employer : la remise et le maintien de l'os en place, ou sa suppression.

M. Mignon a adopté la première manière, et le résultat obtenu est incomplet (obs. III). Nous estimons que dans des cas analogues, le mieux serait de supprimer le fragment luxé, car une suture métallique ou un enchevillement destinés à maintenir la réduction, exposeraient à produire une ankylose astragalo-scaphoïdienne et scaphoïdo-cunéenne qui pourrait être gênante pour le fonctionnement ultérieur du pied.

d) Fractures de l'astragale. — Les quatre cas de fracture de l'astragale que nous avons recueillis, s'accompagnaient de luxations ou de déformations telles de l'os, que sa résection totale a été jugée nécessaire, sauf dans un cas où aucune intervention ne fut pratiquée.

Obs. I. — V..., 11[e] cuirassiers, fait une chute de sa hauteur, le 9 août 1898, son pied droit ayant tourné sur le bord d'un trottoir. La tête de l'astragale fait saillie



Fig. 656.



Fig. 657.

sur le bord interne du pied, dont la pointe a subi un mouvement de rotation en dedans ; la marche est impossible.

Le 7 janvier 1899, deux épreuves sont prises : sur l'image transversale, on voit que l'astragale a été fracturé au niveau de son col, et que sa tête a subi un certain mouvement de rotation, dans son articulation scaphoïdo-calcanéenne : un fragment osseux détaché se remarque au-dessus, et un autre au-dessous du col ; un autre fragment situé en arrière de l'os, semble provenir de l'arrachement de sa face postérieure : le corps a conservé ses rapports normaux avec la mortaise tibio-péronière (fig. 656).

En examinant l'image dorso-plantaire, on se rend compte que la tête de l'astragale a été entraînée en dedans, en même temps que le pied, ce qui a nécessité la production d'une luxation sous-astragalienne, puisque la face dorsale de l'os a conservé ses rapports normaux avec la chape tibio-péronière (fig. 657).

L'extirpation de l'astragale fut pratiquée par M. Nimier. La plaie suppura ; il se forma une ankylose tibio-tarsienne. La marche se fit facilement et sans canne, lorsque les fistules furent guéries et la radiographie nous montra l'état de la néarthrose le 1er septembre (fig. 658).

Obs. II. — H..., fut traité au Val-de-Grâce, en 1897, pour fracture ancienne de l'astragale. L'os était aplati, déformé ; une partie du col s'était fusionnée avec le



Fig. 658.

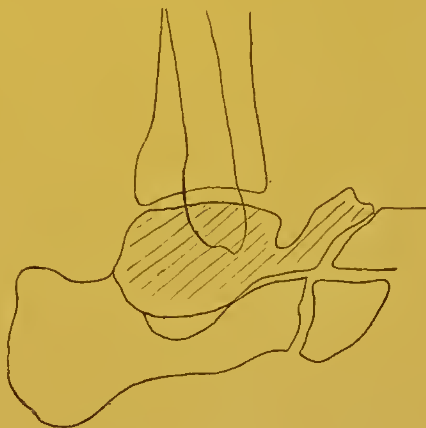


Fig. 659.

corps, et un prolongement antérieur de la tête faisait saillie au-dessus du scaphoïde (fig. 659). L'astragalectomie fut pratiquée, et le résultat ultérieur fut bon (fig. 660).

Obs. III. — T..., 17e train, fut atteint de fracture, avec luxation de l'astragale, en mai 1897. La radiographie ne fut pas prise à ce moment. L'astragalectomie



Fig. 660.



Fig. 661.

fut pratiquée en septembre, et le résultat de l'opération fut contrôlé par les rayons de Roentgen, en février 1898 (fig. 661).

On voit, sur la face antérieure du tibia et le bord supérieur du calcanéum, deux exostoses polypiformes, rattachées à l'os sous-jacent par un pédicule grêle, et non représentées sur la figure.

Obs. IV. — R..., 17e chasseurs, tomba avec son cheval, le 20 juillet 1899, le pied pris sous le flanc de l'animal. Nous le radiographions le 27 février 1900.

L'astragale a pris une forme globuleuse ; son col a disparu : une partie de la surface articulaire de sa tête déborde le scaphoïde ; sa base étalée a glissé sur



Fig. 662.



Fig. 663.

le calcanéum et les deux os se superposent en partie, sur l'image en projection transversale (fig. 662). Depuis l'accident le pied est devenu plat.

Obs. V. — D..., commandant en retraite, a fait en 1897 une chute de cheval et a eu l'astragale fracturé. Le 30 septembre 1898, continuant à éprouver de la gêne dans le fonctionnement du pied, il vient nous trouver. Sur l'épreuve, on constate nettement qu'il y a eu fracture par tassement de l'astragale : le corps de l'os est aplati de haut en bas (fig. 663) ; la tête est intacte.

e) Fractures du calcanéum.

Obs. I. — R..., 10e bataillon d'artillerie à pied, s'est fait, le 6 août 1902, en tombant d'une hauteur de 3 mètres, sur le pied droit, une fracture verticale du



Fig. 664.



Fig. 665.

calcanéum, par tassement. Gonflement, ecchymose et douleur à la pression, sur les côtés de l'os. Traitement par le massage.

Sur une image interne-externe, obtenue le 14 août, on aperçoit une esquille un peu saillante, au niveau de la partie antérieure du calcanéum : une autre esquille se trouve sur la face postéro-supérieure, en arrière de la surface articulaire, et au-dessous d'elle commence un trait de fracture se dirigeant obliquement en bas et en avant et n'atteignant pas la face inférieure de l'os.

La fracture n'est pas déhiscente ; on la suit, en constatant les modifications apportées à la structure architectonique de l'os ; les travées ont modifié leur orientation et s'enchevêtrent plus ou moins irrégulièrement (fig. 664).

Le blessé revu, en mai 1903, marche fort bien et n'éprouve plus de douleur dans son pied, sauf lorsqu'il fatigue beaucoup.

Obs. II. — P..., ouvrier civil du génie, quarante-cinq ans, se fracture le calcanéum droit, par chute d'une hauteur de 2 mètres environ, sur les talons, le 22 décembre 1900. Sur la radiographie transversale, interne-externe, prise le jour même, on constate l'existence de plusieurs fissures partant de la face supé-



Fig. 666.



Fig. 667.

rieure de l'os et s'étendant à travers son corps ; un fragment fait saillie au niveau de sa partie postéro-inférieure (fig. 665).

Pour constater l'état des désordres dans le sens vertical, je pris alors une radiographie postéro-plantaire oblique du calcanéum ; la plaque sensible fut placée sous le talon et l'ampoule en arrière du mollet, de telle façon que le rayon incident médian vint tomber vers le milieu de la longueur de l'os. Sur l'image obtenue (fig. 666), on voit des traits de fracture antéro-postérieurs et obliques, morcelant d'une façon irrégulière le bloc osseux.

Obs. III. — H..., rédacteur au Ministère, en traitement au Val-de-Grâce pour tabes, se fit en marchant, une fracture par arrachement de la partie postérieure du calcanéum, contrôlée le 14 juin 1901, par les rayons de Roentgen (fig. 667).

2° Fractures du tarse par coups de feu.

Obs. I. — O..., employé de Ministère, reçut en 1871, une balle qui pénétra au niveau de la face postérieure du talon, et sortit par la plante du pied, en creu-



Fig. 668.

sant un trajet en séton. On sent une gouttière dans la face inférieure du calcanéum.

La radiographie exécutée le 13 juillet 1899, montre une transparence spéciale de la partie inférieure du calcanéum, indiquant l'existence de la gouttière précitée, et le long du trajet suivi par le projectile dans la semelle plantaire, on voit de petits fragments de plomb enkystés dans les tissus (fig. 668).

3° Luxations des os du tarse. — Nous n'avons observé qu'un seul cas de luxation des os du tarse, sans fracture concomitante; il s'agissait d'une subluxation en bas de l'avant-pied, au niveau de l'interligne de Chopart.

Obs. I. — N..., sapeur-pompier, eut le dos du pied droit écrasé par le sabot d'un cheval, le 3 novembre 1900.

Depuis l'accident, il éprouve une gêne notable de la marche. Le 26 février 1901,



Fig. 669.

l'examen transversal du pied avec les rayons X, permet de diagnostiquer une subluxation plantaire du scaphoïde et du cuboïde, sur l'astragale et le calcanéum (fig. 669).

4° Amputations du pied au niveau du tarse.

Obs. I. — D..., 3e compagnie de discipline, eut une gangrène du bout du pied



Fig. 670.

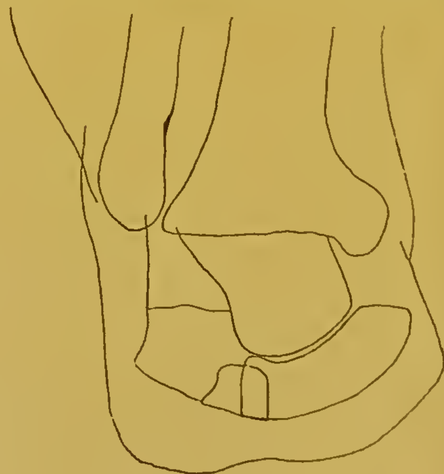


Fig. 671.

droit, en janvier 1901, à la suite du froid, et de la constriction du cou-de-pied par des cordes. On amputa dans la continuité des premières phalanges des

orteils, et on désarticula le premier métatarsien, pour supprimer les parties sphacélées.

Le moignon du bout de pied est conique, et la marche est difficile, car le pied est renversé en dehors et n'appuie sur le sol que par son bord externe.

Le 19 juillet 1901, M. Mignon pratiqua une amputation du pied à la Hancock, sectionnant transversalement le squelette, en avant du scaphoïde et à travers le cuboïde. Le moignon était bien garni, et sur la radiographie obtenue, le 16 septembre, on constate que l'extrémité squelettique est formée par le scaphoïde, un fragment du troisième cunéiforme et la partie postérieure du cuboïde (fig. 670 et 671).

Obs. II. — C..., 5e génie, a l'avant-pied droit écrasé par une roue de wagon, le 8 janvier 1900. Le lendemain on pratique une désarticulation sous-astragalienne, dont la réunion est obtenue par seconde intention. Une image interne-



Fig. 672.

externe du moignon, obtenue le 27 avril 1900, fait voir qu'il est bien conformé, bien matelassé, que l'astragale a conservé sa position dans la mortaise péronéo-tibiale ; il existe deux petites esquilles provenant du calcanéum, laissées sous la partie postéro-inférieure de l'astragale (fig. 672).

La marche se fait très bien, avec un soulier spécial à semelle surélevée.

§ 2. — Lésions infectieuses

Trois cas de tuberculose du calcanéum ont été soumis au contrôle radiographique, avant ou après le traitement intervenu.

Obs. I. — B..., militaire retraité, souffre du calcanéum, depuis le mois de mars 1898. Le malade a subi jadis une castration unilatérale, pour testicule tuberculeux. Le 31 août 1898, on lui a pratiqué le curetage d'un foyer calcanéen, au moyen d'une incision à la face externe de l'os. En octobre, on fait un nouveau curetage par la voie plantaire où s'était développé un abcès. Le 6 mars 1899, nous prenons une radiographie transversale du pied, qui montre l'excavation creusée à la face inféro-externe du calcanéum (fig. 673), et permet de constater également que tous les os du pied sont atteints d'ostéoporose, et que les cartilages articulaires se détachent très nettement. Le malade va faire une saison à Bourbonne, et rentre avec une fistule au côté externe du calcanéum ; une gomme

s'est en outre formée sur le dos du pied, au niveau de l'articulation calcanéo-cuboïdienne. Sur la plaque impressionnée le 13 septembre, on constate la présence d'un tuberculome dans la partie postérieure du cuboïde (fig. 674); on



Fig. 673.



Fig. 674.

le curette quelques jours plus tard. Nous n'avons pas suivi ultérieurement le sujet.

Obs. II. — M..., 82e de ligne, a subi l'extirpation du calcanéum, le 12 septembre 1898. Nous le radiographions, le 1er avril 1899, et voyons, à la place de l'os enlevé, plusieurs petits fragments osseux noyés dans une gangue fibreuse (fig. 675). L'astragale a conservé sa situation normale, sans basculer, et la marche se fait très bien.

Obs. III. — P..., 155e de ligne, a eu une entorse du pied, il y a six mois. Consécutivement s'est développée une tuberculose du calcanéum, avec trajets fistuleux du côté externe et interne. Je le radiographie le 3 octobre 1898, et constate la présence de trois foyers osseux indépendants : l'un superficiel, à la face



Fig. 675.



Fig. 676.

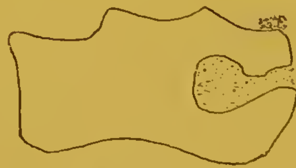


Fig. 677.

postérieure de l'os, et les deux autres situés dans la moitié postérieure de sa masse (fig. 676).

Pour juger de la situation des foyers en profondeur, je prends deux vues transversales successivement : l'une de dedans en dehors, et l'autre de dehors en dedans. En comparant les deux images, je puis conclure que l'un des deux tuberculomes occupe la face interne de l'os et l'autre sa face externe.

Ne voulant pas faire trois incisions distinctes pour les atteindre, je pénètre par la face postérieure du calcanéum, et curette par cette incision unique les trois foyers que je réunis en un seul.

Sur la plaque radiographique, j'avais constaté également un certain degré d'ostéoporose de tout le squelette du pied et de la partie inférieure du tibia et du péroné.

A la suite de l'intervention, l'état général du malade s'améliora, la plaie opératoire se ferma progressivement, et le 19 septembre 1899, les rayons X faisaient voir la cavité creusée dans le calcanéum (fig. 677) ; elle était comblée par du tissu perméable aux radiations. Depuis longtemps il n'existait plus aucune fistule, et le sujet marchait parfaitement et sans douleur.

A côté de ces observations d'ostéite tuberculeuse, nous devons ranger comme autre lésion infectieuse, un cas d'ankylose partielle du tarse, consécutive à une entorse et à un phlegmon du dos du pied.

Obs. IV. — B..., sapeur-pompier, se fait une première entorse du pied gauche, en novembre 1899, et une seconde en janvier 1900. Le 4 février de la même année, on lui incise un phlegmon du dos du pied ; il persiste sur la face dorsale et externe, une cicatrice légèrement adhérente. Il souffre en marchant ; le pied et la jambe sont atrophiés ; tout le tarse semble ankylosé ; l'articulation tibio-tarsienne et les orteils sont libres.

Le 9 octobre 1901, une radiographie transversale est faite. Tout le squelette du pied est atteint d'ostéoporose ; les interlignes articulaires sont peu marqués, et certains ont même complètement disparu, entre autres les interlignes astragalo-scaphoïdien, et cuboïdo-métatarsiens. Au niveau de la face interne du cuboïde existent deux lacunes transparentes qui sont probablement le reliquat d'anciens foyers d'ostéite raréfiante, laquelle aurait été la cause du phlegmon signalé.

§. 3. — Lésions congénitales

Dans cette catégorie, nous rangeons les observations de pieds creux et de pieds plats. Malheureusement le nombre de nos cas est trop restreint, pour que nous puissions faire une étude complète de ces affections. Pour l'entreprendre, il faudrait posséder une série de radiographies prises dans des conditions identiques. On pourrait par exemple procéder de la façon suivante : mettre le sujet debout sur une table, les deux pieds nus, parallèles et reposant sur une lame de plomb ; les deux jambes rapprochées et séparées par une planche bien verticale, contre laquelle serait appliquée la plaque sensible, sur la face correspondant au membre à radiographier. La jambe et le pied malade s'appuieraient aussi exactement que possible contre la plaque ; il serait bon, pour que le sujet n'oscille pas pendant la pose, de lui permettre de se soutenir avec les mains posées sur le dosier d'une chaise, ou un autre support quelconque.

Comme ce sont les os du pied qui modifient leur position, dans les cas de pied creux ou de pied plat, tandis que les os de la jambe conservent une situation fixe, il faudrait prendre comme repère la pointe de la malléole interne, sur laquelle on ferait tomber le rayon incident normal, et placer le tube toujours exactement à la même distance de la plaque sensible.

On pourrait alors facilement mesurer l'angle d'inclinaison formé par l'arête inférieure du calcanéum, avec la lame de plomb, dont la tranche serait dessinée sur la plaque sensible, et l'on comparerait cet angle avec celui d'un pied normal. On verrait également quelles sont les modifications d'incli-

naison subies par l'astragale, autour de son axe transversal ; on jugerait de l'abaissement du scaphoïde, du cuboïde, etc.

On procéderait de même pour l'étude des différentes variétés de pieds creux et pour la plupart des pieds bots.

a) Pied creux varus équin infantile. — Nous en avons radiographié un seul cas.

Obs. I. — P..., 117ᵉ de ligne, présente un pied bot varus équin léger, avec pied creux, datant de l'âge de deux ans ; il a porté pendant longtemps une bottine avec tuteur métallique interne. Il prétend ne plus pouvoir marcher depuis une chute, faite en août 1899, en sautant d'un mur haut de 3 mètres.

Le 19 novembre 1899, les rayons de Roentgen nous montrent qu'il n'existe aucune fracture ou luxation, mais que le pied présente une conformation spéciale. Sur l'épreuve transversale, on remarque que la concavité du pied est due à une flexion plantaire de l'avant-pied qui est produite dans les articulations du tarse antérieur. L'arête inférieure du calcanéum a une inclinaison moins prononcée que normalement ; l'axe des malléoles coupe le dos de l'astragale plus en avant que d'habitude, d'où résulte une limitation des mouvements de flexion du pied sur la jambe. Sur l'image dorso-plantaire, on constate que le pied est rétréci au niveau du tarse antérieur, et que l'éventail métatarsien est plus étalé qu'on ne le rencontre habituellement.

b) Pieds-plats.

Obs. I. — T..., 104ᵉ de ligne, est atteint de pieds plats congénitaux. Le pied droit est douloureux et présente un valgus accentué. Une radiographie externe-interne du pied droit, prise en mai 1901, nous montre que le col de l'astragale semble raccourci ; l'os a tourné autour de son axe transversal, d'où il résulte que

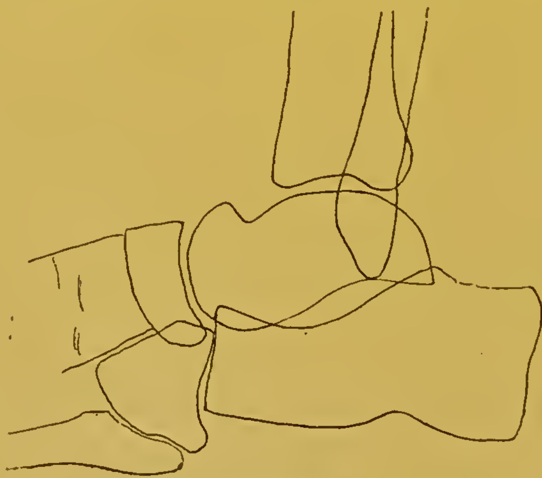


Fig. 678.

la partie antérieure de sa poulie est dégagée de la mortaise tibio-péronière, de sorte que l'extension du pied sur la jambe est diminuée. Un mouvement de glissement s'est produit dans l'articulation sous-astragalienne, et l'ombre du bord inférieur de l'astragale empiète sur celle du bord supérieur du calcanéum ; l'arête inférieure du calcanéum est presque horizontale : il y a un glissement du scaphoïde et du cuboïde vers la plante, ce qui fait qu'une partie de la surface

articulaire de la tête astragalienne déborde le scaphoïde, tandis que le calcanéum déborde de son côté le cuboïde ; les métatarsiens ont une direction sensiblement horizontale (fig. 678).

Pour faire complètement l'étude du pied plat, il faudrait également prendre une radiographie dorso-plantaire, avec incidence oblique, le sujet étant debout et le pied reposant par sa plante sur la plaque sensible. Sur les épreuves ainsi obtenues, on pourrait juger de la saillie que fait en dedans la tête de l'astragale, et du degré de déviation de l'avant-pied en dehors. Pour que les différentes images fussent comparables, on prendrait, comme point d'incidence, le milieu de la ligne bimalléolaire, au niveau de l'interligne tibio-astragalien ; la distance de l'ampoule à la plaque serait uniforme, et le rayon incident médian aurait une inclinaison de 45 degrés, l'ampoule étant placée à la face antérieure de la jambe.

Nous n'avons pas radiographié dans ce sens le malade précédent ; mais le sujet de l'observation suivante nous a fourni une épreuve de cette nature.

Obs. II. — H..., 22e section d'infirmiers, est atteint de pied plat gauche, congénital et douloureux. En octobre 1897, M. le Professeur Ledentu lui a pratiqué l'arthrodèse astragalo-scaphoïdienne. Le sujet continue à souffrir. Le bord interne du pied reste fortement surbaissé, en valgus, et sa pointe est déviée en



Fig. 679.

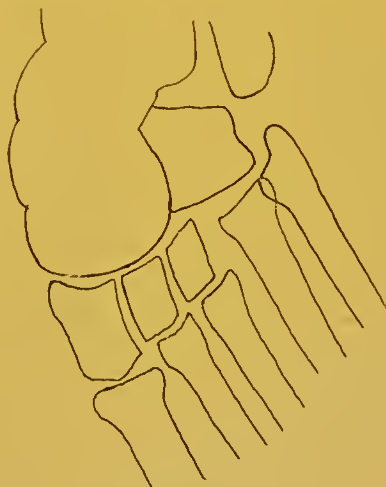


Fig. 680.

dehors. Nous le radiographions, en décembre 1900. Sur l'image transversale (fig. 679), on voit que le scaphoïde fusionné avec l'astragale, se trouve maintenu relevé dans une certaine mesure, et avec lui l'arc interne du pied, tandis que l'arête inférieure du calcanéum reste horizontale.

L'étude de l'image dorso-plantaire nous montre que la tête de l'astragale, coiffée du scaphoïde qui lui est soudé, continue à faire saillie en dedans, et que la pointe du pied reste fortement déviée en dehors (fig. 680).

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DU PIED-PLAT

Sous l'influence de la surcharge de la voûte plantaire, les muscles péroniers latéraux se fatiguent, les ligaments plantaires calcanéo-cuboïdiens et

astragalo-scaphoïdiens se laissent distendre et les voûtes plantaires s'affaissent progressivement, par glissement des surfaces articulaires. Comme conséquence des tiraillements ligamenteux et des pressions anormales que subissent les cartilages d'encroûtement, vont se développer dans la suite, des inflammations articulaires, et des contractures réflexes des muscles péroniers, qui contribueront à augmenter l'effondrement.

En somme les théories musculaire, articulaire et ligamenteuse, nous semblent contenir toutes les trois une part de vérité, et les facteurs ci-dessus incriminés s'associent pour la production de la lésion définitive.

Ce n'est pas la tête de l'astragale qui glisse en bas et en dedans, comme le disent certains auteurs ; cet os conserve au contraire sa position dans la chape tibio-péronière, et sa tête se borne à s'incliner en bas, par suite d'un mouvement de rotation qui se passe autour de l'axe transversal du corps de l'astragale. C'est dans l'articulation sous-astragalienne et dans celle de Chopart que se produisent tous les glissements pathologiques : le calcanéum glisse en dehors et se renverse en dedans, en même temps que son extrémité antérieure s'abaisse et se porte en dehors, en entraînant dans ces deux directions le scaphoïde et le cuboïde, par l'intermédiaire du ligament en Y.

Quand la tête de l'astragale fait une grosse saillie sur le bord interne du pied, le pied plat est devenu un véritable pied bot, comme le dit Farabeuf (*Méd. opérat.*, 4e édition, p. 857) et les interventions sanglantes sont inévitables.

Trendelenburg et Hahn proposèrent l'ostéotomie sus-malléolaire des os de la jambe, pratique qui n'a aucune raison d'être, puisque nous avons vu que les os de la jambe et l'astragale avaient conservé leur situation normale.

Gleich conseille une section oblique du calcanéum, de haut en bas et d'arrière en avant, puis abaisse et fixe le fragment postérieur, de manière à établir un pied creux. Il s'agit encore là d'une opération irrationnelle.

Vogt préconise l'ablation de l'astragale ; Richard Davy celle du scaphoïde ; Stokes résèque un coin osseux, à base inférieure, sur le col de l'astragale.

Ogston est partisan de l'arthrodèse astragalo-scaphoïdienne, après résection d'un coin osseux, à base inféro-interne, aux dépens du scaphoïde et de l'astragale.

L'opération d'Ogston seule nous paraît rationnelle, mais elle doit être souvent insuffisante, et c'est ce qui a eu lieu dans le cas que nous avons rapporté : le calcanéum est resté abaissé et renversé, l'avant-pied déplacé en dehors.

On comprend qu'en replaçant le scaphoïde dans une position normale sur la tête astragalienne et en l'y fixant, on agit en même temps sur le cuboïde et sur le calcanéum dont on relève l'extrémité antérieure et dont on corrige le renversement en dedans, mais à une condition, c'est que le ligament en Y soit solide et non forcé. S'il en est autrement le calcanéum et le cuboïde restent en position vicieuse et le glissement se produit dans les articulations scaphoïdo-cunéennes, d'où la reproduction de la lésion.

Si l'on veut agir logiquement, c'est avant tout sur l'articulation sous-

astragalienne postérieure qu'il faut intervenir, et secondairement au besoin sur la scaphoïdo-astragalienne.

Dans un traitement préopératoire plus ou moins long, on mobilisera l'articulation sous-astragalienne et celle de Chopart, puis l'on pratiquera l'arthrodèse astragalo-calcanéenne postérieure, après avoir remis le calcanéum bien vertical et rendu à sa partie antérieure son inclinaison normale ; il sera bon également de faire une arthrodèse astragalo-scaphoïdienne complémentaire. Cette dernière intervention formera un appoint utile à la première, mais employée seule elle nous semble insuffisante.

c) Os sésamoïde dans le tendon du long péronier latéral. — Nous avons rencontré un os sésamoïde assez volumineux dans le tendon du long péronier latéral, chez un blessé radiographié pour une affection du pied. Ce sésamoïde, de forme allongée, mesurait près de 1 centimètre de long sur 4 à 5 millimètres de large ; il se trouvait au niveau de la face externe de l'interligne calcanéo-cuboïdien.

Il est bon de se souvenir de l'existence possible de ce sésamoïde, pour ne pas attribuer la présence de l'ombre qu'il porte sur les plaques, à un corps étranger, ou à une esquille osseuse.

CHAPITRE IV

AFFECTIONS DU COU-DE-PIED

§ 1. — Lésions traumatiques

Ayant parlé des fractures de l'astragale dans le chapitre précédent, nous n'avons plus à nous occuper que des lésions intéressant l'extrémité inférieure des deux os de la jambe.

Nous aurons cependant à mentionner quelques cas dans lesquels l'astragale se trouve intéressé, en même temps que les os constituant la mortaise péronéo-tibiale.

Nous étudierons également certaines variétés d'entorse tibio-tarsienne, avec arrachement de copeaux osseux de l'astragale ou du calcanéum, par les insertions inférieures des ligaments latéraux de l'articulation.

1° Fractures du cou-de-pied par causes communes. — La fracture peut porter sur le péroné, ou le tibia, isolément ou simultanément.

a) Fractures isolées de la malléole externe et de la partie inférieure du péroné. — Le traumatisme peut produire un arrachement de la pointe de la malléole externe, une fracture transversale de sa partie moyenne, une fracture oblique ou spiroïde de son col ou de son corps, une fracture du péroné à 6 ou 7 centimètres au-dessus de la pointe de la malléole.

α. *Fractures de la pointe de la malléole externe.* — Nous n'en avons observé que trois cas qui ont eu pour cause des traumatismes de nature diverse.

Obs. I. — W..., 2e cuirassiers, a reçu le 6 juillet 1901, une balle de fourrage sur la tête. Le sujet a été renversé sur le sol, et atteint de lésions diverses, parmi lesquelles une fracture par arrachement de la pointe de la malléole externe gauche. Le 30 septembre, on constate sur l'épreuve antéro-postérieure, un trait de fracture détachant la pointe de la malléole; deux petites esquilles se trouvent au côté externe de l'os (fig. 681).

Obs. II. — G..., 22e section de commis et ouvriers, a eu la face externe du cou-de-pied gauche frappée par la chute d'une lourde caisse, le 30 juillet 1900. Le 6 août, on voit sur l'image antéro-postérieure, un trait de fracture oblique détachant la pointe de la malléole externe (fig. 682); sur l'épreuve transversale interne-externe, la partie supérieure du trait de fracture se projette seule sur

la plaque, et il semble que l'on se trouve en présence d'une fracture transversale (fig. 683).

Obs. III. — A..., 13e d'artillerie, eut la jambe gauche prise entre les rayons d'une roue de caisson, le 9 juillet 1900. On constate du gonflement, de l'ecchy-



Fig. 681.



Fig. 682.

mose et de la douleur à la pression, au niveau de la malléole externe. L'examen aux rayons X fait le 13 juillet montre, sur l'épreuve antéro-postérieure, une



Fig. 683.



Fig. 684.



Fig. 685.

fracture oblique incomplète de la pointe de la malléole externe (fig. 684); sur l'image transversale, interne-externe, il semble, comme dans le cas précédent, que le trait de fracture est transversal.

Cet aspect variable sous lequel se présente le trait de fracture, selon que l'on fait l'examen dans le plan sagittal ou dans le plan frontal, n'a rien qui doive nous déconcerter. Il s'agit là de fractures obliques sans déplacement des fragments, dont le trait se dirige de haut en bas et de dehors en dedans : or, si nous regardons avec nos yeux, ou si nous photographions la malléole fracturée, d'avant en arrière ou d'arrière en avant, nous voyons toute la longueur du trait, tandis qu'en la regardant par la face externe nous n'apercevons que la partie supérieure du trait, sous la forme d'une ligne plus ou moins transversale. Il en sera de même avec l'emploi des rayons de Roentgen, lorsque nous considérerons l'image en projection enregistrée sur la plaque sensible ou sur l'écran fluorescent.

β. *Fractures transversales de la partie moyenne de la malléole externe.* — La solution de continuité, complète ou incomplète, se trouve au niveau

de la surface articulaire du tibia qu'elle semble prolonger en dehors, ou bien elle siège un peu au-dessus ou au-dessous.

Obs. I. — V..., 104e de ligne, a fait, il y a trois mois, une chute du haut d'une échelle. Nous le radiographions le 15 décembre 1900, et constatons sur l'image antéro-postérieure, une fracture transversale incomplète de la partie moyenne de la malléole externe, à un niveau un peu supérieur à l'interligne tibio-astragalien (fig. 685).

Obs. II. — H..., 6e régiment de chasseurs, se tord le pied droit, le 29 novembre 1898, en faisant ses classes à pied. Sur l'image antéro-postérieure obtenue le



Fig. 686.



Fig. 687.



Fig. 688.

2 décembre, on distingue nettement un trait de fracture sensiblement transversal et incomplet, situé un peu au-dessous de l'interligne tibio-astragalien (fig. 686).

Obs. III. — Q..., 22e d'artillerie, tombe avec son cheval, le pied gauche pris sous le flanc de l'animal, le 22 juin 1899. Il présente des signes de fracture de la malléole externe, et est atteint en même temps d'une luxation dorsale méta-



Fig. 689.



Fig. 690.



Fig. 691.

tarso-phalangienne du gros orteil, dont nous avons déjà parlé. On constate le lendemain, sur l'épreuve antéro-postérieure, une fracture transversale de la malléole, un peu au-dessous de l'interligne tibio-astragalien (fig. 687).

Obs. IV. — C..., lieutenant d'infanterie, s'est fait, il y a trois ans, une fracture de la malléole externe gauche, à la suite d'une chute, pendant les manœuvres dans les Alpes. Nous l'examinons le 1er février 1899 : il persiste un peu de gène dans les mouvements de flexion du pied sur la jambe, et on perçoit quelques frottements dans les gaines des péroniers. Il souffre en marchant et le pied est

un peu gonflé le soir. La radiographie antéro-postérieure indique une ancienne fracture transversale, avec écartement, du côté externe, des fragments qui semblent réunis par un cal fibreux. La fracture répond exactement à l'interligne tibio-astragalien (fig. 688).

γ. *Fractures intéressant le col et le corps de la malléole externe.* — Ce sont de toutes les plus fréquentes, et nous en avons recueilli vingt-quatre observations.

Obs. I. — B..., rédacteur au Ministère, s'est tordu le pied droit, dans une chute, le 8 mars 1901. L'épreuve antéro-postérieure indique une fracture transversale, avec pénétration (fig. 689), et l'image interne-externe, prise un peu obliquement de dedans en dehors et d'arrière en avant, pour mieux dégager l'ombre du péroné de celle du tibia, fait voir une fracture oblique de haut en bas et d'arrière en avant (fig. 690).

Obs. II. — B..., 22e section d'infirmiers, est tombé à la renverse, le 26 janvier 1899, son pied droit tordu sous lui. Sur la radiographie transversale, oblique comme dans le cas précédent, pour dégager le péroné, on remarque un trait


Fig. 692.


Fig. 693.


Fig. 694.


Fig. 695.

de fracture oblique de haut en bas et d'arrière en avant, divisant incomplètement le péroné (fig. 691). Sur l'image antéro-postérieure, on ne voit aucun trait de fracture, la fissure étant sans doute masquée par la partie antérieure intacte de l'os.

Obs. III. — B..., 39e de ligne, s'est tordu le pied droit dans l'escalier, le 10 janvier 1900. Sur la radiographie transversale, on aperçoit un trait de fracture oblique de haut en bas et d'arrière en avant (fig. 692). Sur deux autres épreuves, l'une oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, et l'autre antéro-postérieure, on devine plutôt le trait de fracture qu'on ne le voit réellement (fig. 693).

Obs. IV. — B..., 13e d'artillerie, s'est fracturé la malléole externe gauche, le 4 novembre 1900, en se tordant le pied. Le 25 janvier 1901, les images antéro-postérieure et interne-externe nous indiquent l'existence d'une fracture oblique de haut en bas, d'arrière en avant, et de dehors en dedans (fig. 694 et 695).

Dans seize autres observations du même genre, que nous jugeons inutile de relater, pour ne pas trop nous répéter, nous retrouvons sur les radiographies antéro-postérieures et transversales, des traits de fractures sensiblement identiques à ceux que nous venons de figurer en dernier lieu.

Les suivantes présentent quelques particularités spéciales.

Obs. V. — F..., sous-lieutenant de cavalerie s'est fracturé la malléole externe droite, le 25 mars 1900, dans une chute de cheval. Nous constatons toujours le même type de fracture, avec cette fois en plus, la présence d'un petit éclat esquilleux, au niveau de la partie supérieure du trait (fig. 696 et 697).

Obs. VI. — P..., pharmacien-major, se fracture la malléole externe, le 7 avril 1899, en faisant un faux pas. Sur la radiographie antéro-postérieure obtenue



Fig. 696. Fig. 697. Fig. 698. Fig. 699.

trois jours plus tard, on distingue à peine une très légère encoche, sur le milieu de la face externe de la malléole péronière (fig. 698); c'est la terminaison d'un trait de fracture incomplet dirigé de haut en bas, de dedans en dehors et d'arrière en avant, comme le prouve l'étude de l'épreuve transversale (fig. 699).

Obs. VII. — C..., 1er génie, s'est tordu le pied en marchant, le 27 avril 1899. Le surlendemain de l'accident, nous constatons sur l'image antéro-postérieure,



Fig. 700. Fig. 701. Fig. 702. Fig. 703.

deux traits de fracture qui paraissent séparés l'un de l'autre (fig. 700), tandis que sur l'épreuve transversale, on ne voit qu'un seul trait oblique (fig. 701). Il semble que nous soyons en présence d'une fracture oblique, sous périostique, peut-être incomplète de la malléole.

Obs. VIII. — L..., 2e cuirassiers, souffre à la face externe du cou-de-pied gauche, à la suite d'une chute de cheval, le 18 août 1898. La radiographie antéro-postérieure obtenue le lendemain parait indiquer une fracture incomplète et

sans déplacement (fig. 702), tandis que l'image transversale révèle une fracture complète, avec bascule en arrière, de la partie inférieure de la malléole (fig. 703).

Ces fractures obliques ont l'aspect de celles que l'on réaliserait expérimentalement, en séparant la partie postéro-externe de la malléole, par un coup de ciseau dirigé obliquement de haut en bas, d'arrière en avant, et de dehors en dedans.

D'un point situé sur l'arête postérieure du péroné, au niveau de son col, partent les deux traits de la fracture, qui vont en divergeant, traversant obliquement, l'un la face externe, l'autre la face interne de l'os, pour venir se réunir sur le bord antérieur de la malléole, vers sa partie moyenne. Mais généralement ces traits s'épuisent avant de se rejoindre en bas, et le plus souvent la fracture oblique est incomplète.

δ. *Fractures spiroïdes, à travers le col et le corps de la malléole externe.* — Nous avons recueilli huit observations de ce genre.

La plupart de nos blessés accusaient comme cause de cette fracture, une chute de cheval, le pied retenu ou non dans l'étrier se trouvant comprimé entre le flanc de l'animal et le sol; quelques autres nous racontèrent qu'ils s'étaient tordu le pied dans un sens qu'ils ne pouvaient préciser, en courant ou en tombant dans un escalier ou un fossé.

L'image radiographique de ces fractures présente des caractères particuliers qui nous ont intrigué pendant longtemps, et que nous ne sommes parvenus à interpréter qu'après en avoir recueilli un certain nombre.

Sur l'épreuve antéro-postérieure, on distingue un trait de fracture se dirigeant de bas en haut et de dehors en dedans, commençant sur le bord externe de la malléole et remontant plus ou moins haut vers son col; sur l'épreuve transversale interne-externe, on voit, au contraire, comme dans les fractures obliques, un trait s'étendant de haut en bas et d'arrière en avant, atteignant ou non le bord antérieur de la malléole externe.

Il faut interpréter de la façon suivante, ces deux images qui, au premier abord, semblent contradictoires : le trait de fracture commence sur la crête occupant la face interne du col du péroné, au-dessus des ligaments péronéo-tibiaux inférieurs; de là il se dirige de haut en bas et de dedans en dehors, à travers la face postérieure de l'os, puis il contourne la face externe, en progressant de haut en bas et d'arrière en avant, pour venir se perdre sur le bord antérieur de la malléole externe. C'est la première partie, ou partie supérieure du trait de fracture qui se voit sur l'image antéro-postérieure et donne le trait dirigé de bas en haut et de dehors en dedans, tandis que la partie inférieure du trait s'aperçoit sur l'image transversale, avec la direction indiquée.

Pour contrôler cette interprétation, nous avons examiné quelques-unes de ces fractures spiroïdes, en utilisant des vues stéréoscopiques, et nous avons pu vérifier facilement le bien-fondé de notre dire.

Obs. I. — R..., lieutenant à la garde républicaine, tombe avec son cheval, le 1er mai 1901. Nous constatons sur les images antéro-postérieure (fig. 704) et transversale (fig. 705) les aspects indiqués pour les traits de fracture.

Dans les sept autres observations, nous retrouvons le type ci-dessus, avec les traits de fracture placés, tantôt un peu plus haut, tantôt un peu plus bas sur le péroné, mais ayant toujours les mêmes directions réciproques.

ε. *Fractures du quart inférieur du péroné.* — Elles siègent à une moyenne de 7 centimètres environ, au-dessus de la pointe de la malléole externe. Nous en avons observé quatre cas.

Obs. I. — J..., 24e de ligne, se traumatise le pied droit, dans une chute en hauteur, le 13 juin 1901. Les rayons de Roentgen indiquent une fracture légè-



Fig. 704.



Fig. 705.



Fig. 706.

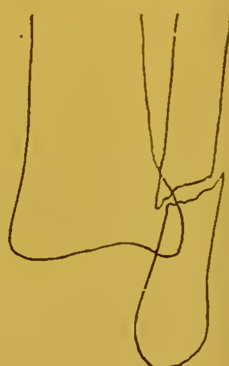


Fig. 707.

rement oblique et dentelée, située à 5 centimètres au-dessus de la pointe de la malléole externe (fig. 706 et 707).

Obs. II. — H..., 2e cuirassiers, se tord le pied droit, en descendant un escalier, le 19 octobre 1899. La fracture du péroné est oblique et siège à 7 centimètres au-dessus de la pointe malléolaire (fig. 708 et 709).



Fig. 708.



Fig. 709.

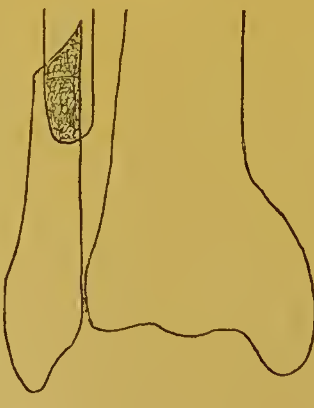


Fig. 710.



Fig. 711.

Obs. III. — P..., 22e section de commis, se tord le pied droit en dehors, le 10 septembre 1900, en sautant de la hauteur de un mètre. La fracture du péroné

est oblique ; le fragment inférieur a sa pointe brisée, et il s'est déplacé légèrement en dehors et en arrière (fig. 710 et 711).

Obs. IV. — C..., 1re compagnie de remonte, se tord le pied droit, le 15 septembre 1899, en marchant avec des sabots. La radiographie faite le lendemain ne montre aucune lésion récente, mais par contre on constate, à 8 centimètres



Fig. 712. Fig. 713.

au-dessus de la pointe de la malléole externe, l'existence d'un cal globuleux, indice d'une ancienne fracture du péroné, dont le malade n'a aucune souvenance (fig. 712 et 713).

PATHOGÉNIE DES DIFFÉRENTS TYPES DE FRACTURES ISOLÉES DE LA MALLÉOLE EXTERNE ET DU QUART INFÉRIEUR DU PÉRONÉ

Les fractures de la pointe de la malléole externe sont faciles à interpreter, elles sont le résultat de l'arrachement du point d'insertion supérieur des ligaments latéraux externes de l'articulation tibio-tarsienne pendant un mouvement d'adduction exagéré du pied.

Les fractures transversales de la partie moyenne de la malléole externe, avec trait siégeant au niveau de l'interligne articulaire tibio-astragalien, ou un peu au-dessus, ou au-dessous, ont également une pathogénie bien connue.

Dans un mouvement d'adduction forcée, la malléole vient appuyer sur le bord externe de la surface articulaire du tibia, et la fracture transversale produite dans ces conditions est à la fois une fracture par arrachement et une fracture par flexion sur un point d'appui.

Les fractures obliques intéressant le col et le corps de la malléole externe, reconnaissent un mécanisme un peu spécial. L'adduction joue évidemment un rôle dans leur production, mais nous pensons que la flexion du pied sur la jambe qui se produit à peu près fatalement, lorsqu'un sujet se tord le pied en dedans, pendant un faux-pas ou une chute, est loin d'avoir une influence négligeable. Cherchons à décomposer le mouvement brusque et forcé qui se produit, et nous verrons ensuite quelle doit en être la résultante. Le pied se renverse en dedans et sa pointe se porte également dans ce sens ; il y a, autrement dit, adduction et rotation de la pointe en dedans ; ces deux mou-

vements s'associent à peu près constamment, et Poirier propose de désigner leur combinaison par le terme de mouvement de torsion du pied en dedans. Pendant cette torsion, le ligament péronéo-calcanéen se tend et peut arracher tout au plus la pointe de la malléole externe; mais si nous associons au mouvement de torsion qui se produit dans les articulations sous et pré-astragaliennes, un mouvement de flexion qui se passera dans la tibio-tarsienne, nous pourrons alors comprendre la production de la fracture longitudinale oblique de la malléole externe.

Lorsque le pied se fléchit sur la jambe ou la jambe sur le pied, ce qui revient au même, le fort ligament péronéo-astragalien postérieur se tend ; il va conjointement avec le ligament péronéo-calcanéen allongé par la torsion du pied, produire un effort sur la partie postéro-inférieure de la malléole. Or, dans la flexion du pied, la partie antérieure, large, de l'astragale, s'est engagée entre les malléoles soulevant en dehors la partie antérieure de la malléole externe, en mettant en jeu l'élasticité des ligaments péronéo-tibiaux inférieurs et antérieurs; mais à ce moment, il faut remarquer que la partie postérieure de la malléole externe n'appuie plus sur la facette articulaire correspondante de l'astragale ; elle porte à faux. Nous trouvons ainsi réalisées toutes les conditions voulues, pour produire par arrachement et flexion sur un point d'appui, la fracture verticale oblique, à trait dirigé de bas en haut, d'avant en arrière et de dehors en dedans, et mesurant 4 à 5 centimètres environ d'étendue. Le trait de fracture passe entre les insertions du ligament péronéo-tibial antérieur, et celles des ligaments péronéo-astragalien postérieur et péronéo-calcanéen, venant aboutir en bas et en avant, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'insertion malléolaire du ligament péronéo-astragalien antérieur.

Comment interpréter le mécanisme de production des fractures spiroïdes, à travers le col et le corps de la malléole externe ? Elles nous semblent exiger pour leur réalisation, un mouvement de flexion, avec abduction du pied, et forte rotation de sa pointe en dehors. La fracture est le résultat de la traction exercée sur la partie postérieure de la malléole externe et de son col, par les ligaments péronéo-astragaliens postérieurs, et les fibres du ligament péronéo-tibial postéro-inférieur. Les fractures spiroïdes seraient par conséquent des fractures dans lesquelles la torsion du péroné en dehors jouerait le principal rôle.

Si le mouvement de torsion en dehors du pied se produit, sans flexion de ce dernier, nous trouverons alors réalisées les conditions nécessaires à l'obtention de la fracture par abduction du quart inférieur du péroné, laquelle peut se produire sans arrachement de la malléole interne, comme dans les cas que nous avons rapportés.

b) Fractures isolées de la malléole interne. — Elles sont relativement rares, et nous n'en avons recueilli qu'un nombre restreint de cas.

Obs. I. — S..., 2e cuirassiers tombe avec son cheval, le pied dans l'étrier, le

12 octobre 1901. La radiographie antéro-postérieure faite le jour même, montre une fracture de la malléole interne à sa base (fig. 714).

Obs. II. — A..., 2e cuirassiers, fait également une chute avec son cheval, le pied resté dans l'étrier, le 26 novembre 1898. L'image obtenue est semblable à la précédente.

Obs. III. — F..., lieutenant d'infanterie, s'est fracturé le cou-de-pied droit, dans une chute, en 1893. Sur une radiographie antéro-postérieure prise le 28 juillet 1899, nous ne voyons aucune trace de fracture ancienne sur la malléole externe, tandis que la pointe de la malléole interne s'est consolidée, avec



Fig. 714.



Fig. 715.

une certaine inclinaison en dehors. Sur la face interne du tibia, dans la région sus-malléolaire, existe une ossification périostique résultant vraisemblablement de l'arrachement de la corticale de l'os en ce point, par les fibres superficielles du ligament latéral interne (fig. 715).

Obs. IV. — D..., 13e d'artillerie, s'est tordu le pied en dehors, le 27 octobre 1898, en sautant de cheval à terre. Le lendemain, sur l'épreuve antéro-postérieure, on voit, appliquée sur la face superficielle de la malléole interne, une



Fig. 716.



Fig. 717.

lamelle osseuse, de forme ovalaire, à grand axe vertical, qui représente vraisemblablement un fragment de la corticale de la malléole, lequel a été arraché par les ligaments latéraux internes, et s'est placé de champ, au milieu de l'épanchement sanguin sous-cutané, assez abondant (fig. 716).

Obs. V. — P..., 23e dragons, tombe avec son cheval, en juin 1898. Nous l'examinons le 26 mai 1899, constatons de l'hyperostose de la malléole interne,

et un certain degré de valgus du pied. Sur la plaque sensible, nous voyons la face interne de la malléole recouverte par une saillie irrégulière assez prononcée (fig. 717).

Les fractures isolées de la malléole interne sont le résultat d'un mouvement d'abduction exagérée du pied, pendant lequel l'insertion supérieure du ligament latéral interne peut arracher la corticale du tibia, ou fracturer la malléole interne à sa base, et l'entraîner consécutivement ou non en dehors.

c) Fractures isolées du rebord postérieur du plateau du tibia.

Obs. I. — P..., 55e de ligne, tombe le 7 mai 1904, en glissant sur le pavé; il ne peut nous dire quelle position a pris le pied pendant l'accident. Le lendemain nous constatons de la tuméfaction du cou-de-pied droit, particulièrement du côté interne; il n'existe aucune déviation des axes du pied. Les mouvements sont légèrement douloureux et possibles dans une certaine limite, dans l'articulation du cou-de-pied. Le maximum de la douleur à la pression se trouve sur le plateau tibial, en avant de la malléole externe et en arrière de l'interne. La radiographie transversale est exécutée le 9 mai: elle nous permet de reconnaître une fracture verticale du bord postérieur du plateau tibial (fig. 718).



Fig. 718.



Fig. 719.

Le mécanisme de production de cette fracture marginale postérieure reste obscur pour nous, le sujet n'ayant pu nous donner aucune indication sur la position du pied pendant la chute : celui-ci était-il en flexion forcée, ou s'était-il placé en extension brusque et exagérée ? Dans la première hypothèse, il faudrait songer à une fracture par arrachement due aux ligaments postérieurs, et dans la seconde il y aurait eu fracture par percussion du rebord postérieur du plateau tibial sur la poulie astragalienne.

d) Fractures bilatérales du cou-de-pied. — Se produisant par l'intermédiaire des ligaments latéraux internes et externes de l'articulation tibio-tarsienne, elles peuvent siéger au niveau des points d'insertion inférieurs ou

supérieurs de ces ligaments. Dans ce dernier cas elles peuvent porter sur les malléoles elles-mêmes, d'où le nom de fractures bimalléolaires sous lequel elles sont généralement décrites. Mais on voit fréquemment l'association d'une fracture de la malléole interne, avec une fracture de la diaphyse du péroné, ou bien on constate l'existence d'une fracture spiroïde de l'extrémité inférieure des deux os de la jambe, la fracture du péroné étant malléolaire et celle du tibia se trouvant haute. Ce ne sont pas là, à proprement parler, des fractures bimalléolaires, bien qu'on les range communément dans cette catégorie.

Nous avons observé un certain nombre de ces diverses variétés de fractures, soit récentes, soit anciennes.

α. *Fractures parcellaires, au niveau des points d'attache des ligaments latéraux de l'articulation tibio-tarsienne.*

Obs. I. — M..., sapeur-pompier. Le 17 octobre 1901, en glissant le long de la perche, pour descendre de sa chambre, il tomba lourdement sur ses pieds, en rencontrant le sol recouvert d'un paillasson de 4 à 5 centimètres d'épaisseur. Il entra à l'hôpital présentant de la douleur, de la tuméfaction et des ecchymoses, au niveau du cou-de-pied gauche. La radiographie est faite le 21 octobre ; sur l'image transversale, on ne constate rien de particulier, tandis que sur l'épreuve antéro-postérieure, on voit un arrachement de la corticale de la face interne de l'astragale et un arrachement semblable, au niveau de la face externe du calcanéum (fig. 719). Ce sont les extrémités inférieures des ligament tibio-astragalien postérieur et péronéo-calcanéen qui ont arraché leurs points d'insertion sur le squelette.

Obs. II. — S..., 2e cuirassiers, a été traité pour fracture bimalléolaire survenue le 5 mars 1898. Sur l'épreuve prise le 19 juillet, on voit des noyaux osseux,



Fig. 720.

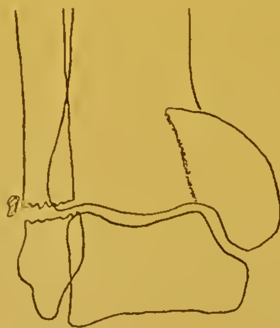


Fig. 721.



Fig. 722.

au niveau des points d'insertion supérieure des ligaments latéraux interne et externe (fig. 720).

β. *Fractures bimalléolaires.*

Obs. I. — D..., 61e de ligne. Le 1er juin 1902, en sautant le mur de la caserne, il tombe sur le pied droit qui porte à faux sur une pierre et se renverse. Le

17 juin, les rayons X nous montrent une fracture transversale de la malléole externe au niveau de l'interligne articulaire, et une fracture oblique de la base de la malléole interne (fig. 721). Sur l'image interne-externe, on voit que la malléole externe forme avec le corps du péroné un angle obtus à sinus postérieur (fig. 722).

Obs. II. — T..., 24e de ligne, glisse dans la cour de la caserne, le 4 décembre 1901, et tombe sur la face antérieure de la jambe gauche, le pied étant en hyperextension. Il présente de la tuméfaction et de la douleur au niveau des malléoles.

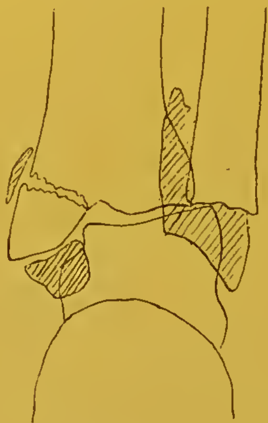


Fig. 723.



Fig. 724.

Le pied reste en extension ; le blessé ne peut le fléchir spontanément, et par les mouvements passifs, on ne peut le fléchir au delà de l'angle droit. Il est pos-



Fig. 725.

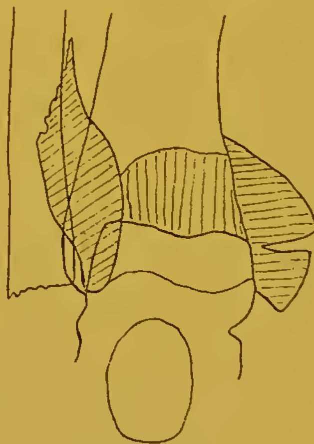


Fig. 726.

sible d'obtenir le ballottement astragalien et de produire un certain mouvement de rotation du pied, qui se passe dans l'articulation tibio-tarsienne. On constate sur les plaques impressionnées le 16 décembre, l'existence d'une fracture bimalléolaire, avec subluxation de l'astragale en avant de la mortaise tibio-péronière (fig. 723 et 724).

La malléole interne est fracturée à sa base, et des esquilles séparées se montrent au niveau de sa face interne et de sa pointe ; la malléole externe est déplacée en arrière et en haut.

Obs. III. — S..., 20ᵉ section de secrétaires d'état-major, fait une chute dans l'escalier le 29 juin 1900. Il est radiographié le 1ᵉʳ juillet. En comparant les deux images antéro-postérieure et transversale (fig. 725 et 726), on se rend compte que les malléoles ont été fracturées au-dessus de leur base; un gros fragment de l'extrémité inférieure du plateau tibial se trouve arraché, en même temps que la malléole interne. Les fragments malléolaires entraînant avec eux l'astragale et le pied, se sont portés en arrière et en dedans, tandis que les extrémités inférieures des deux os de la jambe se trouvent situées en avant et en dehors, par raport à l'astragale et aux malléoles.

Les observations suivantes ont trait à des blessés atteints de fractures bimalléolaires anciennes et consolidées en position vicieuse ou non.

Obs. IV. — O..., 115ᵉ de ligne, a été atteint d'une fracture de la cuisse et du cou-de-pied droit, dans l'écroulement d'une passerelle, à l'Exposition, le 30 avril 1900. Le cou-de-pied n'a été radiographié que le 2 juillet, et en ce moment le



Fig. 727.



Fig. 728.

pied était fixé en position équin. Sur l'image antéro-postérieure (fig. 727), on constate une simple encoche sur la face interne du tibia, dans la région sus-



Fig. 729.



Fig. 730.

malléolaire, et une dépression au niveau de la base de la malléole externe, avec une esquille à ce niveau. Sur l'épreuve transversale, on voit que le tibia présente une fracture sus-malléolaire, comprenant le plateau tibial, et que le péroné a été brisé au niveau de son col (fig. 728).

Les extrémités inférieures du tibia et du péroné se sont déplacées en arrière, entraînant le pied dans ce sens, et formant, avec les fragments supérieurs, un angle obtus à sinus postérieur, d'où l'équinisme du pied sur la jambe.

Obs. V. — B..., officier supérieur en retraite, s'est fait une fracture bimalléolaire, dans une chute avec son cheval, le 27 octobre 1898. Nous le radiographions un an après l'accident, et les images obtenues (fig. 729 et 730), indiquent une ancienne fracture bimalléolaire, avec déplacement des malléoles et du pied en arrière.

Obs. VI. — M..., 2e régiment étranger, s'est fracturé, il y a dix-huit mois, le cou-de-pied droit, en sautant un fossé, son pied s'étant renversé en dehors. Le pied reste dévié en dehors et la malléole interne est saillante en dedans; les



Fig. 731.

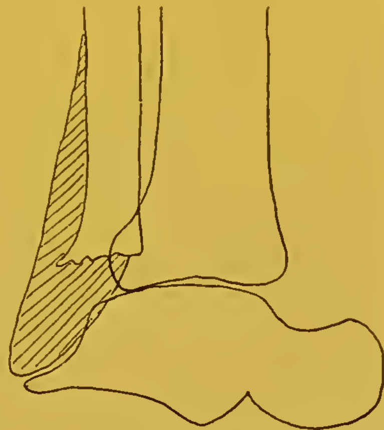


Fig. 732.

mouvements de flexion et d'extension sont un peu limités. Le blessé éprouve en marchant une douleur au niveau de la malléole externe. Le 23 juillet 1901, nous



Fig. 733.

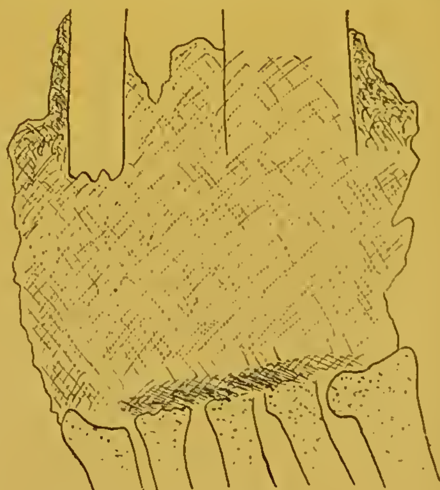


Fig. 734.

constatons sur les épreuves (fig. 731 et 732) la translation du pied en dehors, par suite d'un arrachement de la malléole interne, et d'une fracture oblique de la malléole externe.

Obs. VII. — Q..., adjoint du Génie est atteint de fracture bimalléolaire ancienne.

Le pied est déplacé en dehors et il existe une ulcération de la peau au niveau de la malléole interne. La radiographie antéro-postérieure (fig. 733) prise en mars 1898, indique l'état des lésions. Le 25 mars, M. le professeur Robert pratique l'astragalectomie. Le foyer opératoire s'infecte, il se produit une ostéomyélite chronique, suppurée, de l'extrémité inférieure des os de la jambe et du tarse. Ces lésions donnent, sur une radiographie antéro-postérieure, l'aspect d'un bloc osseux, d'opacité variable, sans distinction possible du contour des os du tarse. Dans ce bloc plongent en haut l'extrémité inférieure des deux os de la jambe, et en bas les bases métatarsiennes atteintes elles-mêmes d'ostéite raréfiante (fig. 734).

L'amputation de la jambe fut secondairement pratiquée.

Dans les deux observations qui vont suivre, et qui concernent des traumatismes anciens du cou-de-pied, la fracture des deux malléoles s'accompagne de lésions de l'astragale.

Obs. VIII. — G..., 103e de ligne. Dans une chute, du haut de vingt-deux marches d'un escalier, faite il y a deux ans, avec un sac de farine sur le dos,



Fig. 735.



Fig. 736.

il s'est fracturé le cou-de-pied gauche. Les malléoles sont hyperostosées et sail-



Fig. 737.



Fig. 738.

lantes, et les mouvements de l'articulation tibio-tarsienne très limités. En étu-

diant les épreuves antéro-postérieure et transversale exécutées le 30 novembre 1901 (fig. 735 et 736), il semble qu'il y ait eu des traits de fracture verticaux sur l'épiphyse inférieure du tibia et une fracture du col du péroné ; en même temps l'astragale paraît avoir été tassé ; son col est raccourci et présente une exostose à sa partie supérieure, sa tête a été fléchie vers le bas ; sa face interne offre des aspérités assez prononcées : son extrémité postérieure est plus saillante que normalement, mais le fait semble tenir à l'existence de l'os trigone soudé à l'astragale.

Obs. IX. — C..., rédacteur au Ministère, a eu un traumatisme du cou-de-pied avec plaie, dans une chute de cheval, en 1882 ; le foyer de fracture a suppuré. Actuellement il existe un pied-équin avec ankylose du cou-de-pied, et un raccourcissement de la jambe de 4 centimètres. L'examen des deux plaques impressionnées en juillet 1900 (fig. 737 et 738) montre que l'astragale est soudé au tibia et au péroné, ces deux os sont eux-mêmes fusionnés à leur partie inférieure ; l'interligne sous-astragalien n'est plus nettement visible qu'au niveau du sinus du tarse. De petites exostoses dues à des ossifications périostiques se voient au pourtour de l'astragale et du calcanéum.

γ. *Fractures intéressant la malléole interne, et le quart inférieur du péroné.*

Obs. I. — T..., élève à l'Ecole Polytechnique, se fracture le cou-de-pied, dans un faux pas, en jouant, le 6 janvier 1900. Sur la radiographie antéro-postérieure faite vingt jours plus tard, on constate l'existence d'une fracture en voie de



Fig. 739.



Fig. 740.



Fig. 741.

consolidation siégeant sur le quart inférieur du péroné, et la présence d'un léger copeau osseux au niveau de la face superficielle de la malléole interne (fig. 739).

Obs. II. — B...., élève à Saint-Cyr, fut atteint d'une fracture exposée du cou-de-pied gauche, le 26 mai 1899. Actuellement il persiste une certaine dépression en coup de hache au niveau du péroné, et de la translation du pied en dehors.

Le 11 août 1899, sur l'image antéro-postérieure, on note l'arrachement de la malléole interne à sa base et un cal siégeant sur le quart inférieur du péroné (fig. 740). L'épreuve transversale montre la consolidation vicieuse du péroné, dont le fragment inférieur est dévié en avant (fig. 741).

Obs. III. — L..., 10ᵉ bataillon d'artillerie à pied, le 26 mai 1903, en se promenant, mit le pied dans un fossé, et tomba, le pied renversé en dehors. Tout le dos du pied et le bas de la jambe sont tuméfiés et ecchymotiques, le 16 juin,

quand je radiographie le blessé. Il existe sur le péroné, à 8 centimètres environ au-dessus de la pointe de la malléole externe, une fracture spiroïde de l'os; sur la face interne du tibia, à 6 centimètres au-dessus de la malléole interne, commence un trait de fracture qui se dirige obliquement en bas et en dehors, isolant la malléole interne et un fragment vertical de la face interne de l'os (fig. 742).

Obs. IV. — J..., 19e train, s'est fracturé le cou-de-pied droit, en tombant de voiture, le 7 janvier 1901. Trois jours plus tard, nous découvrons, sur une épreuve antéro-postérieure, une fracture transversale du quart inférieur du



Fig. 742.



Fig. 743.

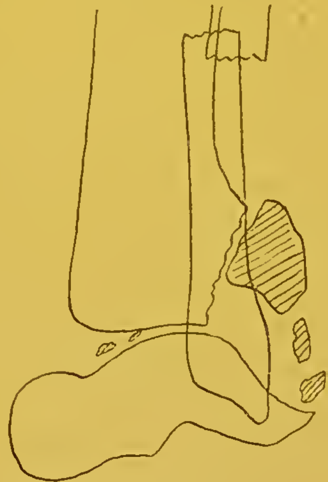


Fig. 744.

péroné, avec léger déplacement du fragment inférieur en dehors. L'extrémité inférieure du tibia est divisée en trois fragments : un externe, un malléolaire et un supérieur (fig. 743). L'image transversale permet à son tour de voir que



Fig. 745.



Fig. 746.



Fig. 747.

l'extrémité inférieure du fragment supérieur du tibia est reportée en avant, et que son bord antérieur correspond à la tête astragalienne; le fragment externe du plateau tibial fait saillie derrière la malléole externe, le fragment inférieur du péroné est déplacé en avant par rapport au supérieur; de petites esquilles osseuses se remarquent au-dessus et en arrière de l'astragale (fig. 744).

Il existe une subluxation prononcée du pied en arrière et une légère translation en dehors, que M. Mignon réduit immédiatement, puis maintient au moyen d'une gouttière plâtrée postérieure.

De nouvelles radiographies prises le 11 mars, indiquent que la réduction n'a pas été tout à fait complète (fig. 745 et 746), mais qu'elle est suffisante, car le sujet a pu marcher ultérieurement, sans gêne appréciable.

Obs. V. — P..., sous-officier au 89e de ligne, a été atteint de fracture du cou-de-pied droit, le 6 mars 1897, en sautant le mur de la caserne. Il fut évacué sur l'Hôpital du Val-de-Grâce et radiographié, le 10 mai 1898. Sur l'image antéro-postérieure (fig. 747) on constate un arrachement de la malléole interne à sa base, une fracture du quart inférieur du péroné, avec chevauchement et déplacement du fragment inférieur en dehors. L'astragale et le pied ont subi un mouvement de translation en dehors, avec rotation en dedans. M. le professeur Robert pratiqua le refoulement de l'astragale en dedans, et sutura avec un fil métallique les deux fragments du péroné qui furent placés en parallélisme, mais ne purent être mis bout à bout. Une radiographie prise quelque temps après l'opération montre la nouvelle situation de l'astragale et du péroné (fig. 748).

Obs. VI. — L..., 5e de ligne, s'est fracturé le cou-de-pied droit, le 14 novembre 1900, en sautant un mur. Le 11 mars 1901, nous examinons aux rayons X le blessé, dont le pied se trouve immobilisé en extension et légère abduction. L'épreuve antéro-postérieure indique une fracture oblique du quart inférieur

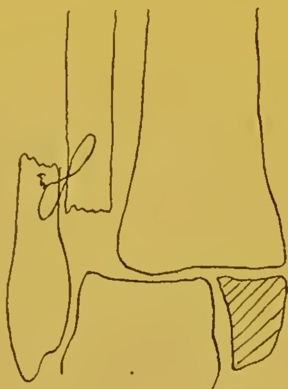


Fig. 748.

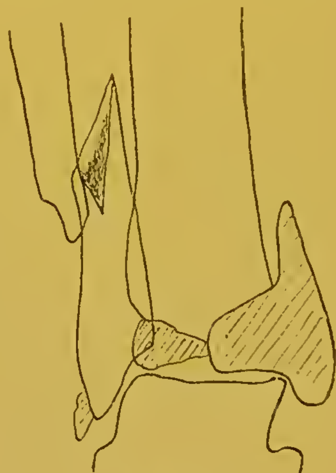


Fig. 749.

du péroné, une fracture à trois fragments de l'épiphyse inférieure du tibia, et la présenee d'un petit noyau osseux au niveau de la pointe de la malléole externe (fig. 749). L'image transversale montre que les fragments supérieurs du péroné et du tibia se sont déplacés en avant, le bord antérieur du fragment tibial surplombant l'interligne scaphoïdo-cunéen. tandis que les fragments inférieurs du tibia et du péroné sont restés dans leurs rapports normaux avec l'astragale (fig. 750).

A cette époque on ne constatait la présence d'aucun cal : la marche était difficile et douloureuse.

M. Mignon mit à découvert le foyer de fracture du péroné, et l'articulation tibio-astragalienne, et procéda à la réduction du déplacement des os de la jambe, après avoir réséqué une partie de l'extrémité inférieure du fragment tibial supérieur, sans toucher à la malléole interne.

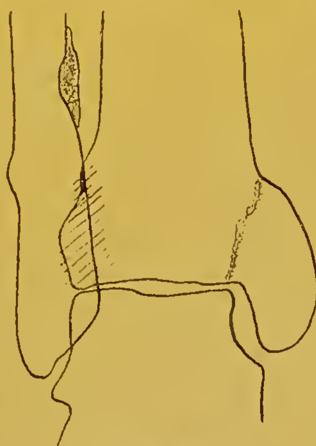
De nouvelles radiographies sont faites en octobre 1901 et en août 1902. Comme les images obtenues se ressemblent sensiblement, sauf que dans les premières le cal est plus transparent, nous ne reproduirons que les dernières. Sur l'épreuve antéro-postérieure, on remarque que les os de la jambe sont bien d'aplomb sur l'astragale, dont le dos est horizontal ; l'articulation tibio-astragalienne est ankylosée, et la malléole interne est saillante en dedans (fig. 751).


Fig. 750.


Fig. 751.

Sur l'image transversale, on voit également que l'astragale s'est soudé au tibia, le pied à angle droit sur la jambe ; le bord antérieur du tibia répond au col de l'astragale, mais le fragment externe du plateau tibial, entraîné en arrière par la malléole externe, s'est fixé dans cette position : les deux bouts du péroné fracturé continuent à chevaucher, l'extérieur se trouvant en avant du postérieur (fig. 752). Il existe un certain degré de raréfaction des os du pied, qui est une conséquence de la longue suppuration qui s'est développée dans le foyer traumatique, à la suite de l'intervention opératoire.


Fig. 752.


Fig. 753.

En août 1902, le pied reste un peu renversé en dehors, mais le sujet ne souffre plus ; il marche bien et longtemps, avec une très légère boiterie.

Obs. VII. — B..., 15e section d'ouvriers, s'est fracturé le cou-de-pied droit, en 1895, en tombant avec un fardeau sur le dos.

Le 7 février 1903, il entre en observation à l'hôpital, prétendant ne pouvoir faire son service; il accuse de la douleur et de la raideur dans l'articulation tibio-tarsienne droite, phénomènes qui sont surtout prononcés le matin.

Il n'y a pas de déformation de la région, apparente à l'inspection. Par la palpation on sent un épaississement manifeste du tibia, dans la partie sus-malléolaire. La jambe droite présente un raccourcissement de 2 centimètres et le mollet de ce côté a 1 centimètre de circonférence en moins que l'autre. Le pied droit est un peu plus froid que le gauche et présente une augmentation de la sécrétion sudorale; il se cyanose dans la station debout prolongée; il n'existe pas de troubles de la sensibilité. L'articulation tibio-tarsienne droite est un peu raide et on perçoit des craquements légers, pendant les mouvements communiqués.

Il est facile de reconnaître les traces d'une ancienne fracture de la malléole interne à sa base, avec fracture du péroné à 6 ou 7 centimètres au-dessus de la



Fig. 754.



Fig. 755.

malléole externe et arrachement d'un fragment du bord externe du plateau tibial (fig. 753).

Le raccourcissement du tibia provient sans doute d'un arrêt dans l'accroissement du cartilage de conjugaison inférieur, atteint lui-même de troubles trophiques.

Le malade fut réformé.

Obs. VIII. — S..., brigadier au 9e hussards, est tombé avec son cheval, le 24 janvier 1903, la jambe gauche prise sous le flanc de l'animal. Le membre inférieur fracturé au niveau du cou-de-pied fut immobilisé dans une gouttière plâtrée, sans tentative de réduction.

L'examen aux rayons de Roentgen pratiqué le 17 février permet de reconnaître un arrachement de la malléole interne à sa base, et une fracture du péroné à 6 ou 7 centimètres au-dessus de la pointe de la malléole externe : une esquille se projette obliquement au niveau du foyer de fracture du péroné, et empiète sur le tibia; l'astragale est déplacé en dehors et le pied se trouve en léger valgus (fig. 754). Sur l'image transversale, en outre des fractures du péroné et du tibia, on remarque une subluxation de l'astragale en avant de la mortaise tibio-péronière (fig. 755), d'où l'équinisme constaté cliniquement et la rotation de la pointe du pied en dehors.

L'état est le suivant, le 18 mai : le blessé marche assez facilement sans canne, il se fatigue vite et ressent des tiraillements dans les ligaments internes du cou-de-pied, le pied restant renversé en valgus assez prononcé. Il persiste de

l'œdème au niveau de la malléole externe. Les mouvements d'extension du pied se font complètement : ceux de flexion sont plus limités. Deux nouvelles radiographies, l'une antéro-postérieure, l'autre transversale, prises à ce moment donnent un aspect identique à celui des images précédentes.

Le 8 octobre, au retour de convalescence, la déviation du pied persiste ; mais les mouvements de la tibio-tarsienne sont devenus plus libres. Le blessé marche bien, mais fatigue vite, et est sujet, dit-il aux entorses. Il est proposé pour la réforme.

δ. *Fractures spiroïdes du tibia et du péroné.*

Obs. I. — L..., 2e cuirassiers, tombe avec son cheval, le pied dans l'étrier, le 15 janvier 1901. La radiographie est effectuée trois jours plus tard. L'image antéro-postérieure montre une fracture spiroïde, siégeant sur le quart inférieur



Fig. 756.



Fig. 757.

du tibia, avec une fissure verticale sur le fragment inférieur. On aperçoit également sur chaque fragment, sous forme d'une traînée allongée, l'indication du



Fig. 758.



Fig. 759.

trait vertical qui réunit les extrémités de la spire ; sur le péroné se trouve un trait de fracture malléolaire, allant de bas en haut et de dehors en dedans

(fig. 756). Sur l'épreuve transversale, on voit pareillement les deux fragments du tibia taillés en forme de V opposés l'un à l'autre; sur le péroné, c'est la partie initiale du trait spiroïde, dirigé de haut en bas et d'arrière en avant, que nous connaissons déjà pour l'avoir étudié antérieurement, que l'on remarque (fig. 757).

Obs. II. — W..., lieutenant d'infanterie, eut une fracture du cou-de-pied droit, dans un déraillement de chemin de fer, le 24 décembre 1897. Sur les radiographies antéro-postérieure et transversale obtenues en janvier 1899, on reconnaît les traces de deux fractures obliques, probablement spiroïdes, du quart inférieur des deux os de la jambe (fig. 758 et 759).

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DES FRACTURES BILATÉRALES DU COU-DE-PIED

Les fractures parcellaires, au niveau des points d'attache supérieure et inférieure des ligaments latéraux de l'articulation tibio-tarsienne, reconnaissent pour origine un mouvement forcé de flexion ou d'extension de l'articulation, selon que l'arrachement osseux est produit par les faisceaux postérieurs ou antérieurs de ces ligaments. Le traitement par le massage et la mobilisation leur est applicable.

Divers mécanismes semblent présider à la production des fractures bimalléolaires.

Lorsque le trait de fracture porte au niveau des bases des deux malléoles et que l'on constate un déplacement en avant des deux fragments supérieurs, formant avec les inférieurs un angle obtus, à sinus postérieur, sans translation de l'astragale et du pied en dehors, il semble qu'il s'agisse encore de lésions résultant d'un mouvement d'hyperextension du pied, dans lequel les malléoles sont arrachées par les ligaments latéraux. Ce sont des fractures par flexion en arrière, de l'extrémité inférieure des os de la jambe.

Dans ces cas, il faut commencer par réduire la déformation, en reportant le pied et les malléoles en avant, ces dernières dans l'axe de la partie supérieure du tibia et du péroné ; on appliquera ensuite une gouttière plâtrée postérieure pendant dix à douze jours, pour maintenir la position, et l'on procédera ultérieurement au massage.

Les figures 731 et 733 représentent des types de la fracture par abduction décrite par Tillaux.

Le pied étant fortement renversé en dehors, la malléole interne est tout d'abord arrachée par le ligament latéral interne ; à ce moment, le flanc externe de l'astragale vient faire effort contre la malléole externe qui se brise à sa base, si les ligaments péronéo-tibiaux inférieurs résistent, et si la partie externe du plateau tibial ne se laisse pas arracher.

Dans les figures 735 et 736, 737 et 738, nous retrouverons tous les caractères des fractures par tassement vertical de l'articulation tibio-tarsienne ; les extrémités inférieures du tibia et du péroné se fissurent et se laissent pénétrer par le cylindre métaphyso-diaphysaire, et en même temps l'astragale qui supporte une partie du choc, s'écrase et se déforme.

Les fractures intéressant la malléole interne et le quart inférieur du péroné, considérées par Tillaux comme produites par le mécanisme unique de l'abduction, nous paraissent avoir une pathogénie plus complexe. L'étude des radiographies nous montre en effet que, dans ces cas, l'astragale et le pied ont subi non seulement un mouvement de déplacement en dehors, mais aussi de translation en arrière, parfois très accentué. L'hyperextension du pied a donc dû combiner ses effets à ceux de l'abduction, avec rotation de la pointe du pied en dehors, pour produire les déformations constatées. La rotation de la pointe du pied en dehors jouerait un rôle important dans la production de l'arrachement de la partie externe du plateau tibial par les ligaments péronéo-tibiaux inférieurs, et dans la fracture consécutive du péroné, à 6 ou 7 centimètres au-dessus de la pointe malléolaire externe.

Si le mouvement de rotation de la pointe du pied en dehors prédomine sur celui d'abduction, et s'accompagne de flexion, nous verrons alors se réaliser la fracture spiroïde des deux os de la jambe.

Dans les fractures par tassement vertical, il n'y a qu'à masser et mobiliser l'articulation. Mais lorsque l'on constate de la translation du pied en dehors seulement, ou en dehors et en arrière, comme cela arrive dans la fracture par abduction isolée, ou combinée à un autre mouvement, il faut commencer par réduire la déformation, au moyen de tractions appropriées, faites au besoin sous le chloroforme, afin de mettre les muscles en résolution.

Si l'on procède à ces manœuvres dès les premiers jours de l'accident, on obtiendra assez facilement et à peu près complètement la correction cherchée.

Si le traumatisme n'est plus récent, on sera obligé de mettre à nu les foyers de fracture, de rompre les rudiments de cal constitué, et d'introduire un levier entre le fragment tibial supérieur et le dos de l'astragale, pour reporter le premier de ces os en haut et en arrière, et ramener le second en avant; parfois même il faudra, pour arriver à ce résultat, réséquer en partie l'extrémité inférieure du fragment tibial supérieur en se gardant bien de toucher à la malléole interne.

En cas de fracture ancienne consolidée, s'il y a seulement translation de l'astragale en dehors, il y aura lieu de pratiquer une ostéotomie, au niveau du cal du péroné et de la base de la malléole interne, de tenter ensuite de ramener l'astragale en place. Mais, à cause des rétractions qui se sont produites dans les muscles et les tissus fibreux, on n'arrivera généralement au résultat cherché, qu'en excavant la face inférieure du plateau tibial, dans une étendue proportionnelle au raccourcissement musculaire, et une fois l'astragale en place, on réséquera une partie du péroné suffisante pour permettre de placer ses deux fragments bout à bout et de réappliquer la malléole externe contre le tibia auquel on la suturera.

Le traitement des fractures anciennes, avec déplacement du pied en dehors et en arrière sera particulièrement difficile, à cause du fragment arraché à la face externe du tibia, lequel s'est fixé en arrière et gêne les

tentatives de réduction, malgré la section de la malléole interne et du col du péroné.

Dans ces cas, le mieux sera de ne pas toucher à l'ancien foyer de fracture, et de faire une astragalectomie, après laquelle on pourra donner au pied une bonne position par rapport aux os de la jambe.

2° Moignons d'amputations pratiquées dans la région du cou-de-pied.

a) Amputation de Syme.

Obs. I. — B..., 5ᵉ de ligne est atteint de tuberculose des os et des parties molles de l'avant-pied gauche. Le 12 septembre 1901, M. le Professeur Mignon



Fig. 760.

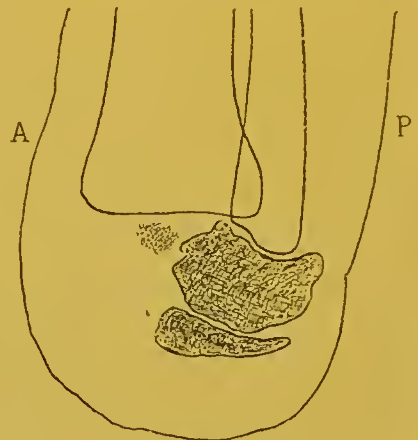


Fig. 761.

pratique l'amputation de Syme. L'examen des radiographies antéro-postérieure et transversale prises le 26 novembre 1901, montre que le moignon est bien con-



Fig. 762.



Fig. 763.

formé et que des ossifications assez volumineuses se sont développées dans la semelle calcanéenne (fig. 760 et 761). La marche se fait parfaitement avec une bottine spéciale.

b) Amputation intra-malléolaire de Guyon.

Obs. I. — G..., 129e de ligne, a subi l'amputation intra-malléolaire par le procédé de Guyon, pour une lésion tuberculeuse du pied.

L'opération a été faite par M. Mignon. Le blessé avec son appareil, marche très bien depuis un certain temps, lorsque nous le radiographions le 9 juillet 1900 (fig. 762 et 763).

Obs. II. — B..., 1er régiment étranger, fut atteint, le 2 mai 1901, en Chine d'un coup de feu transversal du métatarse, dont nous avons déjà parlé. M. le médecin major Perrin, traitant le blessé à l'hôpital de Marseille, sur lequel il avait été évacué, avait pratiqué un amputation de Chopart. Le moignon resté fistuleux et douloureux s'était renversé en arrière, le blessé ne pouvait s'appuyer dessus.



Fig. 764.

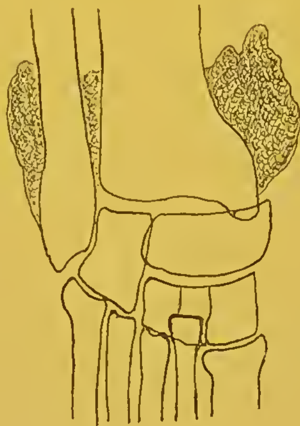


Fig. 765.

Le 21 février 1902, je pratique une amputation intra-malléolaire de Guyon, qui fut suivie d'une réunion par première intention. Le 15 mai, le sujet muni d'un appareil avec pied articulé, marche très bien et sans canne. Les radiographies antéro-postérieure et transversale obtenues le 27 juin 1902, montrent la forme et la structure excellentes du moignon (fig. 764).

§ 2. — Lésions infectieuses

a) Lésions inflammatoires suppurées.

Obs. I. — L..., 39e de ligne, fut atteint, à la suite d'une plaie du pied, d'ostéo-arthrite suppurée du tarse postérieur, et de phlegmon de la partie inférieure de la jambe. Le calcanéum et l'astragale étant le siège de foyers d'ostéite chronique, je pratique, en mars 1900, une tarsectomie postérieure totale. Le 5 octobre alors que toutes les fistules étaient fermées et que le sujet se livrait à la marche sans douleurs, je pris deux radiographies de la région. L'une antéro-postérieure fait voir que le scaphoïde et le cuboïde sont accolés au tibia et au péroné; sur ces deux os, particulièrement au niveau de la face superficielle des malléoles, existent des ossifications, d'origine périostique (fig. 765); l'autre transversale montre bien que le scaphoïde et le cuboïde sont réunis, par ankylose osseuse, aux bords antérieurs du tibia et du péroné; des exostoses postérieures à direction ascendante, se détachent des deux os de la jambe et semblent situées dans la partie inférieure du tendon d'Achille (fig. 766).

b) Lésions tuberculeuses.

Obs. I. — T..., 125e de ligne, a été atteint d'entorse du pied gauche, le 6 août 1898. Consécutivement se développa une tuberculose du cou-de-pied, qui donna naissance à un abcès collecté derrière la malléole interne, lequel s'ouvrit spontanément et resta fistuleux. Traité par les révulsifs, les injections de naphtol camphré et un séjour prolongé à Barèges, la fistule se ferma.



Fig. 766.



Fig. 767.

En juin 1901, il persiste de l'empâtement au niveau des malléoles, surtout en arrière et au-dessous de l'interligne tibio-astragalien. Les épreuves antéro-postérieure et transversale, indiquent la présence de foyers fongueux, sur chaeun des flancs latéraux de l'astragale, et au niveau de la partie postérieure de cet os (fig. 767 et 768).

M. Mignon pratique une astragaleetomie et le eurage des foyers fongueux, et



Fig. 768.



Fig. 769.

le 2 septembre, le pied étant eneore dans un appareil plâtré, nous prenons une vue transversale, pour juger de la position des os de la jambe sur le calcanéum (fig. 769).

Obs. II. — G..., 101e de ligne, est atteint, depuis dix mois environ, de tuberculose du cou-de-pied gauche; la région est le siège de fistules multiples. Le

21 avril 1901, M. Mignon pratique l'amputation de la jambe et nous remet le pied enlevé, dont nous prenons immédiatement une radiographie transversale (fig. 770). On trouve des foyers fongueux sur le tibia, la malléole externe, le bord postérieur de l'astragale, et la face supérieure du calcanéum. L'extrémité infé-

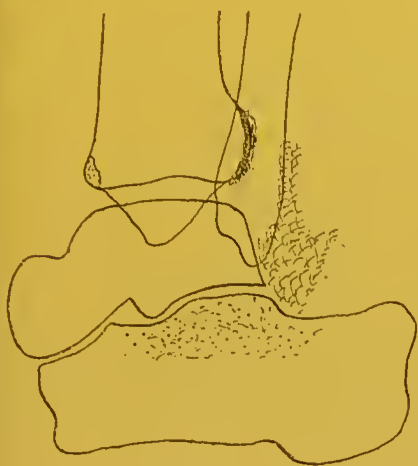


Fig. 770.

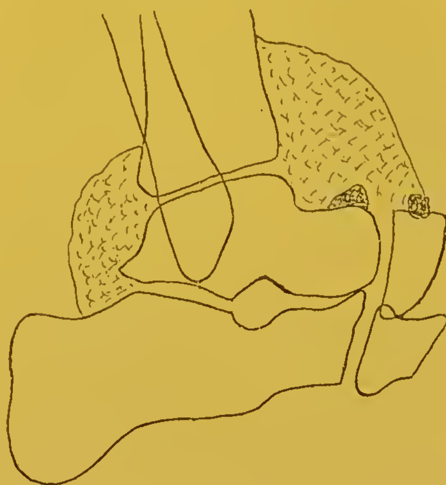


Fig. 771.

rieure des deux os de la jambe et tous les os du pied sont atteints d'ostéite raréfiante, et au niveau de tous les interlignes tarsiens on voit les cartilages articulaires se détacher d'une façon très nette. L'autopsie du membre pratiquée ensuite montre que les lésions étaient bien celles indiquées par les rayons de Roentgen.

Obs. III. — B..., 104e de ligne, entre à l'hôpital du Val-de-Grâce, pour tuberculose tibio-tarsienne non ouverte, consécutive à une entorse survenue en avril 1898. Le 7 octobre 1898, nous constatons sur la plaque sensible deux foyers d'ossification périostique, au niveau du col de l'astragale et du dos du scaphoïde ; en avant et en arrière de l'interligne tibio-astragalien se voient deux volumineux



Fig. 772.



Fig. 773.

bourrelets de fongosités (fig. 771). Tous les os du pied et du bas de la jambe sont envahis par l'ostéite raréfiante et les cartilages d'encroûtement des interlignes du tarse frappent par leur netteté.

Obs. IV. — B..., 103e de ligne, présente une arthrite tibio-tarsienne tuberculeuse, dont le début remonte à janvier 1898. Le 11 mai de la même année,

M. Nimier pratique l'astragalectomie. L'affection guérit, le malade marche bien, et nous prenons une radiographie de la néarthrose, le 14 avril 1899 (fig. 772) ; il s'est développé quelques noyaux d'ossification dans le foyer opératoire.

Obs. V. — E..., est traité à l'hôpital du Val-de-Grâce, pour tuberculose tibio-tarsienne. M. Nimier fait l'astragalectomie, et en avril 1898 nous prenons une épreuve du coup-de-pied (fig. 773).

Obs. VI. — F..., 19e train, reçoit un coup de pied de cheval, au-dessous de la malléole interne droite, le 15 décembre 1897. Il se développe une arthrite fon-



Fig. 774.



Fig. 775.

gueuse consécutive, pour laquelle M. le Professeur Nimier enlève l'astragale, le 21 avril 1898 ; il extrait en même temps le scaphoïde qui était envahi par les fongosités. La région est radiographiée, le 12 juin 1899 (fig. 774).

§ 3. — Lésions congénitales

Nous n'avons à mentionner qu'un seul cas de lésion congénitale du cou-de-pied. Il s'agit d'un cavalier de la première compagnie de remonte qui fut radiographié pour entorse le 23 mai 1900. Il ne présentait aucune fracture, mais nous avons constaté l'existence de l'*os trigone* isolé de l'astragale (fig. 775).

Nous avons rapporté plus haut une observation (fig. 736) dans laquelle l'os trigone soudé à l'astragale constituait une véritable apophyse longue de plus d'un centimètre.

CHAPITRE V

AFFECTIONS DE LA JAMBE

§ I. — Lésions traumatiques

1° Fractures des os de la jambe par causes communes. — La fracture peut intéresser le péroné ou le tibia isolément, ou les deux os simultanément. Les radiographies de ces traumatismes que nous allons rapporter, concernent des fractures récentes, ou ont trait à des cals difformes consécutifs à des traumatismes plus ou moins anciens.

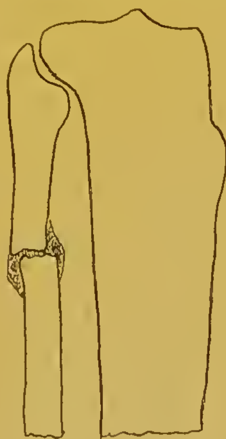
a) Fractures isolées du péroné. — Les fractures isolées de la diaphyse du péroné sont assez rares.

Obs. I. — G..., 141e de ligne. Le 24 mai 1903, une roue de wagonnet vide passa obliquement sur la face externe de sa jambe droite, au niveau du quart inférieur. La radiographie antéro-postérieure montra l'existence d'une fracture du péroné siégeant à 10 centimètres environ au-dessus de la pointe de la malléole externe (fig. 776). Traitement par l'immobilisation dans une gouttière plâtrée, suivie de l'emploi du massage.

Obs. II. — L..., 4e de ligne. Le 1er mai 1900, il tomba le pied droit dans un trou ; la face externe de la jambe vint frapper contre l'une des parois, et il se fractura le péroné, à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur. Le 21 juillet,


Fig. 776.


Fig. 777.


Fig. 778.

les rayons de Roentgen nous font voir une fracture en voie de consolidation, avec un léger déplacement en dedans et en avant du fragment inférieur (fig. 777 et 778).

Obs. III. — G..., 5ᵉ compagnie de remonte, est atteint de fracture du péroné gauche, au quart inférieur, par coup de pied de cheval, le 18 novembre 1898. Il n'y a pas de plaie des téguments. Le 17 février 1899, les radiographies antéro-postérieure et transversale (fig. 779 et 780) nous permettent de constater l'existence d'une fracture double, par flexion directe, du péroné, avec enfoncement en dedans des fragments.

Dans les observations précédentes, il s'agit de fractures transversales, ou légèrement obliques. Le cas suivant représente une fracture spiroïde de la diaphyse du péroné.

Obs. IV. — B..., 5ᵉ de ligne, fait le 26 juin 1901, une chute dans un escalier et tombe, la jambe gauche repliée sous lui. Nous le radiographions le surlendemain,

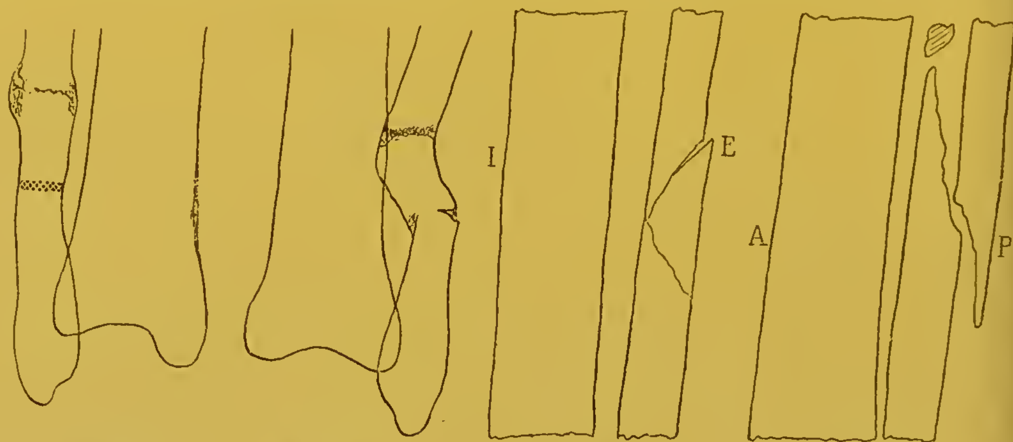


Fig. 779. Fig. 780. Fig. 781. Fig. 782.

et les images antéro-postérieure (fig. 781) et transversale (fig. 782) montrent nettement une fracture spiroïde, avec déplacement du fragment supérieur en arrière, et petite esquille libre, au niveau de la pointe du fragment inférieur.

b) Fractures isolées du tibia. — Elles se rencontrent beaucoup plus fréquemment que les précédentes, à l'état incomplet ou complet, avec ou sans déplacement des fragments.

Nous allons passer en revue successivement : les fractures incomplètes et les fractures complètes siégeant d'habitude sur la partie moyenne de la diaphyse ; les fractures spiroïdes du quart inférieur de l'os et enfin les cals de fractures anciennes.

α. *Fractures incomplètes du tibia.*

Obs. I. — D..., 19ᵉ chasseurs à cheval, reçoit, le 3 mars 1900, un coup de pied de cheval, à la partie moyenne du tibia gauche. Il se produit une tuméfaction localisée et une ecchymose cutanée, sans plaie. Les épreuves antéro-postérieure (fig. 783) et transversale (fig. 784), montrent que le trait de fracture sensiblement horizontal, n'intéresse que la partie postéro-externe du cylindre diaphysaire.

Obs. II. — B..., 115ᵉ de ligne, est atteint le 15 novembre 1898, d'un coup de pied de cheval, à la face antérieure du tibia gauche. Il existe une petite plaie

cutanée communiquant avec le foyer de fracture. La radiographie antéro-postérieure prise le lendemain indique (fig. 785) un trait de fracture sensiblement

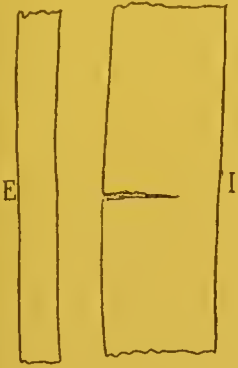


Fig. 783.

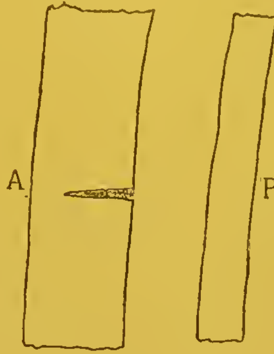


Fig. 784.



Fig. 785.

transversal, laissant intact le côté externe de l'os; un petit fragment esquilleux se trouve vis-à-vis la partie interne du trait de fracture.

Obs. III. — G..., brigadier de la garde républicaine. Coup de pied de cheval, à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur de la jambe droite, le 2 juillet 1901.

Après débridement de la petite plaie cutanée, je constate que la crête du tibia est dépériostée sur une certaine étendue, mais je ne vois pas trace de fêlure



Fig. 786.

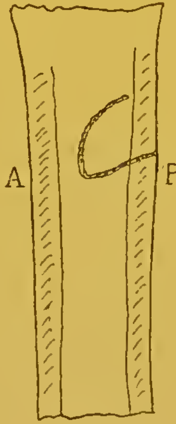


Fig. 787.



Fig. 788.

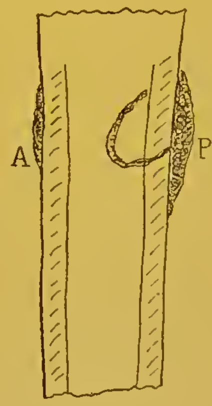


Fig. 789.

sur l'os. La loge des muscles antéro-externes de la jambe a été ouverte par suite de la perforation de l'aponévrose superficielle, au moment du traumatisme. Le 16 juillet, je prends une radiographie antéro-postérieure, et ne remarque sur l'épreuve que l'indice vague d'un trait de fracture, en forme de V horizontal, à ouverture externe, qui ne se voit qu'au niveau du canal médullaire (fig. 786). Sur l'image transversale on reconnaît au contraire très nettement la présence d'un trait de fracture commençant sur la paroi postérieure de l'os, se dirigeant vers le canal médullaire, puis décrivant une boucle et remontant vers le haut (fig. 787). Deux nouvelles radiographies sont faites le 16 août : sur l'antéro-postérieure, on voit tout simplement un cal en virole annulaire, peu saillant, entourant la diaphyse au point traumatisé (fig. 788) ; mais sur l'image transversale

on retrouve toujours la présence du trait de fracture précité, et on remarque que le cal est plus saillant sur la face postérieure que sur la face antérieure de l'os (fig. 789).

Obs. IV. — S..., garde républicain, reçoit le 28 juin 1900, un coup de pied de cheval, au niveau de la face antérieure du tiers supérieur de la jambe gauche; il existe une plaie cutanée. Le 2 juillet, les rayons de Roentgen indiquent l'existence d'une fracture verticale incomplète, intéressant le côté externe de la diaphyse du tibia (fig. 790).

β. *Fractures complètes, transversales simples ou en Y du tibia.*

Obs. I. — F..., garde républicain. Le 28 février 1890, il se cogne la face antérieure de la jambe droite, contre la selle d'un de ses camarades, dans une rencontre de deux chevaux lancés au galop. La radiographie antéro-postérieure

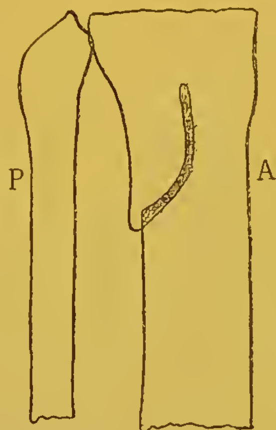


Fig. 790.

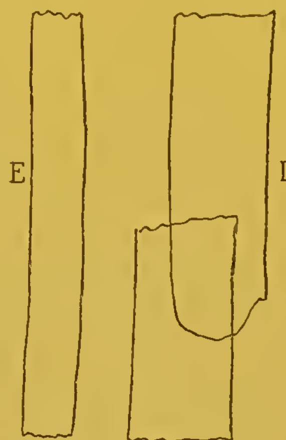


Fig. 791.

prise le 18 mars, à travers un appareil plâtré, indique que la réduction est incomplète et qu'il semble persister un certain chevauchement des fragments

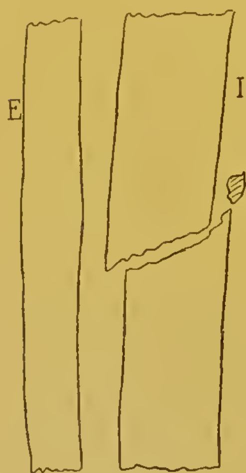


Fig. 792.

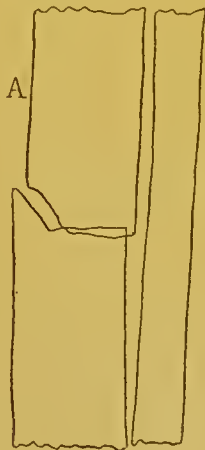


Fig. 793.

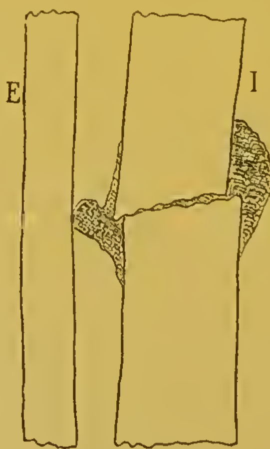


Fig. 794.



Fig. 795.

(fig. 791). Ce chevauchement ne peut être affirmé, en l'absence de radiographie transversale, car il pourrait bien s'agir d'une fracture oblique.

Obs. II. — D..., 19e train, fut atteint de fracture du tibia droit, au tiers moyen sans plaie, le 17 avril 1899. Sur les épreuves antéro-postérieure (fig. 792) et transversale (fig. 793), obtenues le lendemain, on note une fracture légèrement oblique. Le 7 juillet, on voit le cal formé, sur les images sagittales (fig. 794), et frontale (fig. 795).

Obs. III. — L..., 24e dragons, reçut le 8 février 1900, un coup de pied de cheval qui lui fractura le tibia gauche; il y avait une plaie des téguments. L'examen radiographique pratiqué le 13 février, à travers le pansement et une gouttière plâtrée, ne montre pas de trait de fracture. Mais sur de nouvelles images antéro-

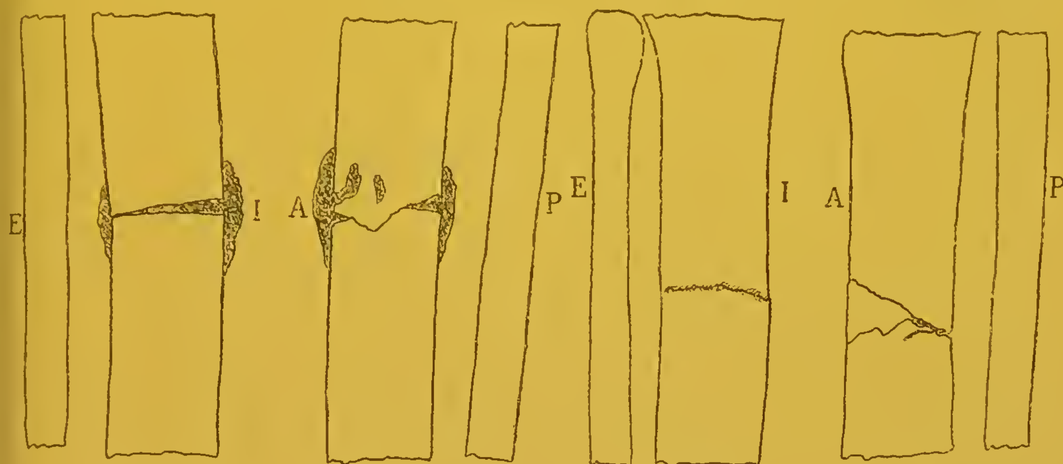


Fig. 796. Fig. 797. Fig. 798. Fig. 799.

postérieure (fig. 796), et transversale (fig. 797), faites le 16 mars, on aperçoit nettement un trait de fracture transversal, et un cal annulaire en voie de formation. Il existe un petit foyer d'ostéite superficielle sur la crête antérieure du tibia, au niveau de la plaie tégumentaire.

Obs. IV. — M..., garde républicain. Fracture du tibia droit, avec plaie cutanée, par coup de pied de cheval, le 1er mai 1900. Pansement sec et appareil

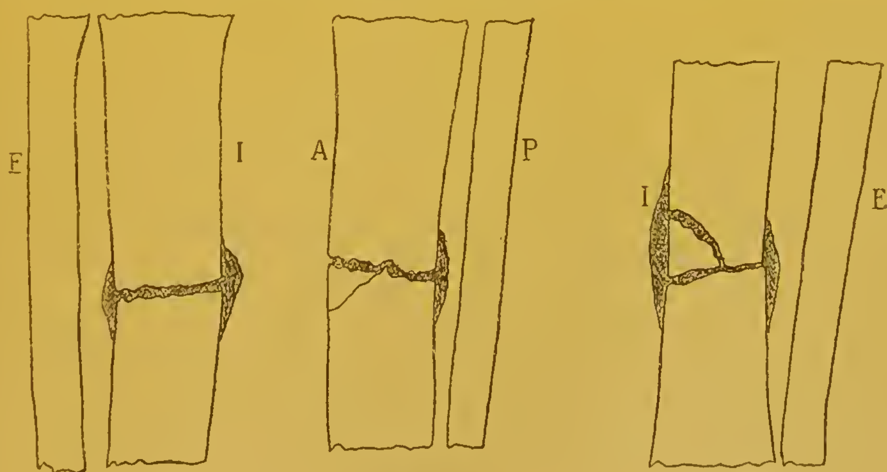


Fig. 800. Fig. 801. Fig. 802.

plâtré. Radiographie le 12 mai. Sur l'épreuve antéro-postérieure, on distingue une fracture transversale de la diaphyse tibiale (fig. 798), et sur l'image externe

interne, on voit un trait qui se bifurque en Y, au niveau de la partie antérieure du tibia (fig. 799). Deux nouvelles épreuves sont prises le 15 juin (fig. 800 et 801). Le cal est en voie de formation, et les traits de fracture apparaissent plus nettement qu'au début, sans doute à cause des phénomènes d'ostéite raréfiante qui se produisent à l'extrémité des fragments, au moment de la formation du cal.

Obs. V. — F..., 9[e] hussards, reçoit un coup de pied de cheval, à la face antérieure de la jambe gauche, le 3 février 1903. Pas de plaie cutanée. Immobilisation du membre dans une gouttière plâtrée. Le 9 mars, après l'enlèvement de l'appareil, une radiographie antéro-postérieure de la jambe est exécutée : on aperçoit le cal annulaire qui s'est constitué autour d'une fracture à trois fragments (fig. 802).

Obs. VI. — P..., 4[e] régiment d'infanterie coloniale, a eu le tibia droit fracturé par la chute d'un tonneau, le 20 février 1903. Le 9 mars, nous constatons une fracture dentelée, en voie de consolidation, sans déplacement, avec une fissure verticale dans le fragment supérieur (fig. 803).

Obs. VII. — P..., 2[e] cuirassiers. Coup de pied de cheval, sur la face antérieure de la jambe droite, le 20 octobre 1899. Quatre jours plus tard, l'image antéro-postérieure fournie par les radiations de Roentgen, indique une fracture transversale (fig. 804) ; l'épreuve externe interne permet en outre de constater des



Fig. 803.



Fig. 804.

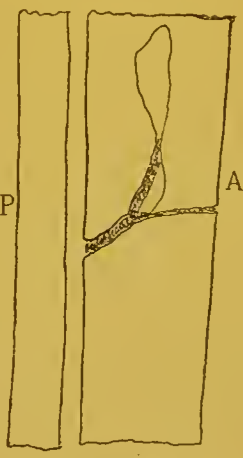


Fig. 805.

fissures rradiées dans le fragment supérieur (fig. 805). Sur deux nouvelles radiographies, à la date du 29 décembre, on distingue toujours nettement la partie transversale du trait de fracture, mais les fissures verticales ont disparu ; le cal fusiforme, peu saillant est en voie de formation (fig. 806 et 807).

Obs. VIII. — B..., réserviste au 9[e] hussards, a reçu le 4 mars 1904, d'un cheval placé devant le sien, deux coups de pied sur la face antérieure du tibia droit ; il n'y avait pas de plaie des téguments. Traité à l'infirmerie, il se lève et marche, et n'est envoyé à l'hôpital que plusieurs jours plus tard, avec le diagnostic de contusion du tibia.

Le 15 mars, quoique ne provoquant pas de point douloureux exquis, à la pression de la face interne du tibia, nous pensons à la possibilité d'une fracture siégeant au quart inférieur, car il nous semble exister un défaut de rigidité, très léger il est vrai, dans la longueur du tibia, quand on produit des mouvements de flexion de l'os particulièrement dans le plan sagittal.

L'emploi des rayons de Roentgen nous fait voir une fracture dentelée, à trois fragments, à direction sensiblement transversale, et avec un très faible déplacement du fragment supérieur en dedans (fig. 808 et 809).

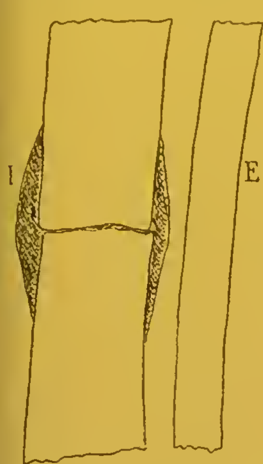


Fig. 806.

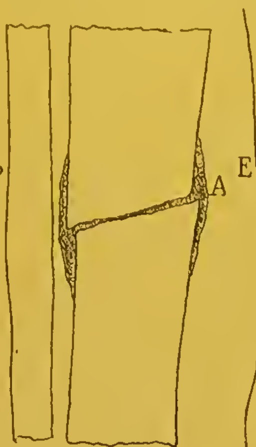


Fig. 807.



Fig. 808.

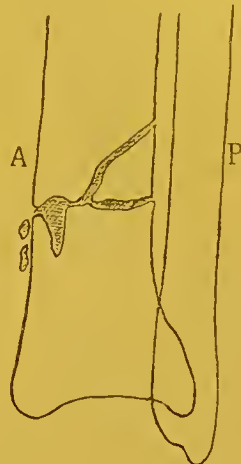


Fig. 809.

Obs. IX. — G..., 9e hussards. Le 7 juillet 1902, étant à cheval, le pied dans l'étrier, il reçut à la face antérieure de la jambe droite, un coup de pied d'un cheval placé devant lui. Le tibia fut fracturé, et il existait une petite plaie des téguments. Radiographie le 28 juillet, à travers la gouttière plâtrée et le pansement. Sur l'image antéro-postérieure, on note une fracture transversale, un

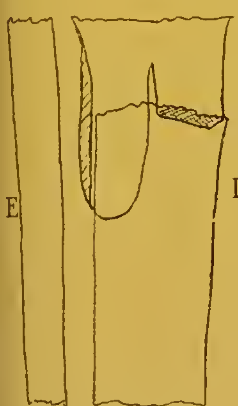


Fig. 810.

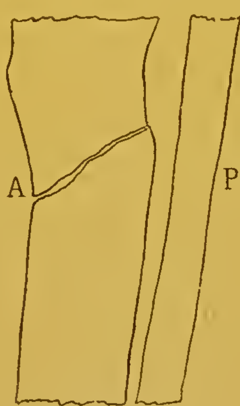


Fig. 811.



Fig. 812.

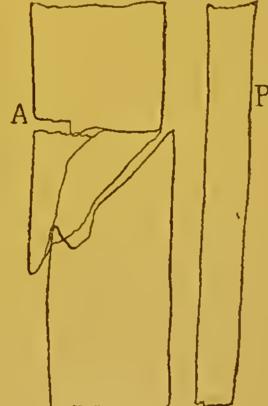


Fig. 813.

peu comminutive, du quart supérieur du tibia ; une esquille fait une légère saillie en dehors (fig. 810), l'épreuve transversale montre que les deux fragments ont été refoulés en arrière par le choc et déterminent un faible angle obtus, à sinus antérieur (fig. 811). Le blessé quitte l'hôpital dans le courant de septembre, marchant très bien.

γ. *Fractures obliques simples ou à trois fragments.*

Obs. I. — T..., lieutenant, eut une fracture du tibia droit, par cause directe, le 25 avril 1900. Il n'y avait pas de plaie cutanée. Sur les plaques impressionnées le lendemain, on constatait une fracture légèrement comminutive du tibia, avec léger déplacement, suivant l'épaisseur, du fragment supérieur sur l'inférieur (fig. 812 et 813).

Obs. II. — N.... maréchal des logis au 12e d'artillerie. Le 4 juin 1900, passage d'une roue de voiture, sur la jambe gauche, à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur. Fracture du tibia, sans plaie des téguments. Sur la radiographie antéro-postérieure faite le 1er septembre 1900, on constate que les fragments se sont réunis en bonne direction (fig. 814); sur l'épreuve transversale, on reconnaît



Fig. 814.

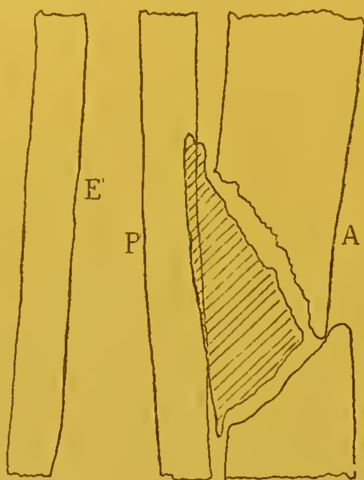


Fig. 815.



Fig. 816.



Fig. 817.

une fracture oblique, à trois fragments, avec légère translation en arrière, du fragment supérieur (fig. 815).

Obs. III. — A..., 13e d'artillerie, tombe avec son cheval, la jambe gauche prise sous le flanc de l'animal, le 3 février 1900. Le 10 février, la gouttière plâtrée en place, on voit sur les épreuves antéro-postérieure (fig. 816) et transversale (817)

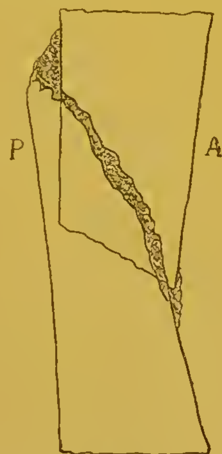


Fig. 818.



Fig. 819.

une fracture du quart inférieur du tibia, avec déplacement faible du fragment inférieur en dehors et en arrière. Un appareil de marche fut appliqué, et la consolidation se fit avec un peu d'exagération du déplacement, les deux fragments formant entre eux un léger angle à sinus antérieur (fig. 818).

δ. *Fractures spiroïdes ou en V.* — Dans tous les cas que nous avons observés, la solution de continuité siégeait au niveau du tiers ou du quart inférieur du tibia.

Obs. I. — C..., 19e train, s'est fracturé le tibia gauche, il y a trois semaines, en tombant, le pied renversé en dedans. La jambe fut immobilisée dans une gouttière plâtrée. Le 13 juin, la radiographie montra une fracture en V, avec léger déplacement du fragment inférieur en dehors (fig. 819).

Obs. II. — C..., 22e section d'infirmiers, se fracture le tibia droit, le 24 décembre 1898, en tombant de sa hauteur sur le verglas. Deux jours plus tard, nous constatons une fracture spiroïde, avec déplacement du fragment inférieur en dehors et un peu en arrière (fig. 820 et 821).



Fig. 820.



Fig. 821.



Fig. 822.



Fig. 823.

Obs. III. — B..., 104e de ligne, se fracture le tibia gauche, en tombant dans l'escalier, le 11 juin 1901. Le 21 juin, la plaque sensible enregistre une fracture spiroïde, avec faible déplacement du fragment inférieur en dehors et en avant (fig. 822 et 823).

Obs. IV. — S..., employé du ministère, se fracture le tibia gauche, dans une chute de bicyclette, le 14 septembre 1900. Les épreuves obtenues le lendemain,

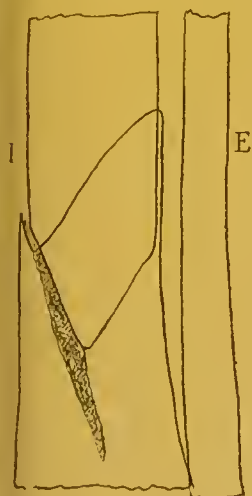


Fig. 824.



Fig. 825.



Fig. 826.



Fig. 827.

indiquent une fracture en V, avec fissure irradiée dans le fragment inférieur

(fig. 824 et 825). Deux nouvelles radiographies prises le 10 novembre, font voir l'état de la consolidation (fig. 826 et 827).

Obs. V. — B..., 115ᵉ de ligne, saute le mur de la caserne, le 19 août 1900, et se fracture le tibia droit en tombant. La radiographie est faite le 18 septembre. L'épreuve antéro-postérieure révèle que le fragment inférieur déplacé en

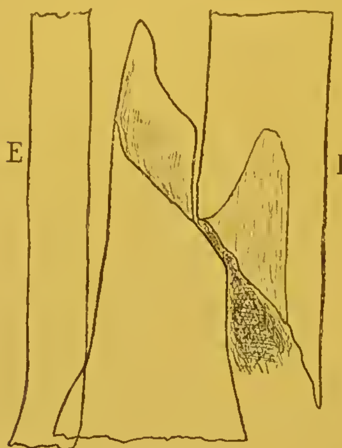


Fig. 828.

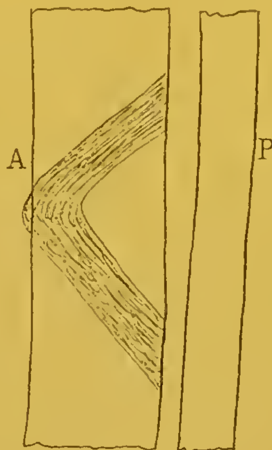


Fig. 329.



Fig. 830.

dehors chevauche un peu le supérieur; un commencement de cal s'observe dans l'angle inférieur formé par les deux fragments (fig. 828).

Sur l'image transversale, il semble qu'il n'y ait pas de déplacement, mais la superposition des ombres formées par le chevauchement des fragments, donne une figure en forme de **V** horizontal, à ouverture postérieure (fig. 829).

Obs. VI. — H..., sous-officier au 19ᵉ train, se fracture la jambe droite, au quart inférieur, dans une chute de cheval, le 23 août 1898. Le 9 novembre, on découvre, par l'emploi des rayons X, une fracture spiroïde, avec déplacement du fragment tibial inférieur en dehors; un commencement de cal se remarque en haut, dans l'intervalle existant entre les deux fragments (fig. 830).

ε. *Cals anciens de fractures du tibia.* — Nous nous bornerons à l'étude des cals vicieux que nous avons recueillis, laissant de côté ceux dont la forme et la direction étaient parfaites.

Obs. I. — F.... 2ᵉ régiment d'infanterie de marine, s'est fracturé la jambe droite au tiers inférieur, le 17 avril 1892, dans une chute au gymnase. Il s'est formé un cal en baïonnette, par suite du déplacement du fragment supérieur en dedans et en avant (fig. 831 et 832).

Obs. II. — G..., 2ᵉ cuirassiers, a eu une fracture de la jambe gauche, en 1894, en tombant avec son cheval, la jambe prise sous le flanc de l'animal. Au moment où nous le radiographions, en juin 1900, il n'éprouve plus la moindre gêne dans la marche. L'examen de l'image antéro-postérieure indique que l'axe du tibia est exactement rectiligne : il existe simplement une saillie, sur la face interne de l'os, au niveau de l'ancien trait de fracture (fig. 833); l'image transversale fait voir un léger cal en baïonnette, provenant de la saillie antérieure du fragment supérieur; on distingue encore le trait de fracture très oblique, présentant à son centre une lacune due à une moindre densité de l'os à cet endroit (fig. 834).

Obs. III. — E..., 102ᵉ de ligne, a eu la jambe gauche fracturée, par la chute d'un rail, le 22 juillet 1901 ; il prétend éprouver de la gêne dans la marche et des douleurs dans le cal. Le 22 décembre 1901, la radiographie antéro-postérieure

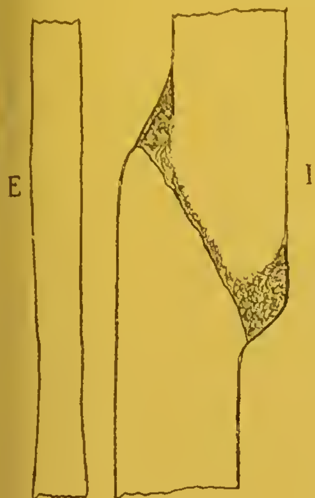


Fig. 831.

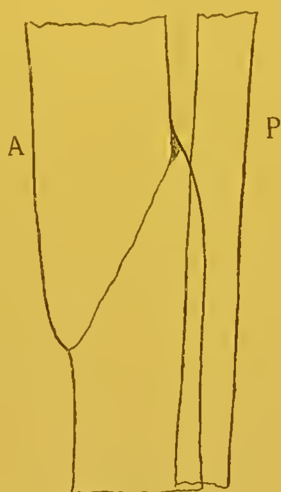


Fig. 832.



Fig. 833.

(fig. 835) montre que le tibia, légèrement renflé au niveau du cal, est bien rectiligne; on voit un léger cal en baïonnette sur l'image transversale (fig. 836).

Obs. IV. — L..., 18ᵉ bataillon de chasseurs. Renversé par un cheval qui l'a piétiné, il a eu une fracture de la jambe gauche, le 19 août 1899. Le tibia est

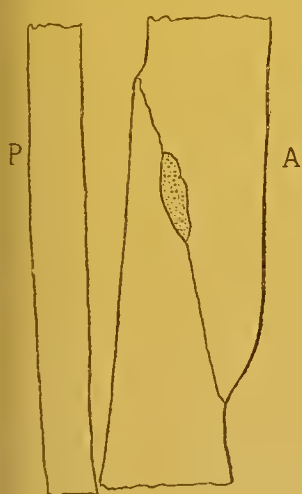


Fig. 834.

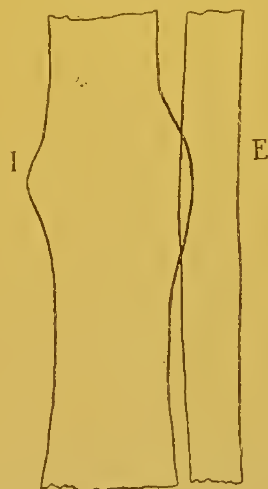


Fig. 835.



Fig. 836.

recurvé, présentant une convexité antérieure. Nous observons le 2 mars 1900 que le cal est en baïonnette, sur l'image antéro-postérieure (fig. 837), et angulaire, à sinus postérieur, sur l'image transversale (fig. 838).

Obs. V. — B..., militaire réformé, est atteint de fracture ancienne du tibia, à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur. Consécutivement à la fracture, se sont développées sur la partie inférieure de la jambe, des varices volumineuses, qui ont engendré un ulcère variqueux actuellement guéri. Les épreuves antéro-

postérieure (fig. 839), et transversale (fig. 840) prises le 20 août 1901, montrent un cal légèrement angulaire dans les deux sens.



Fig. 837.



Fig. 838.

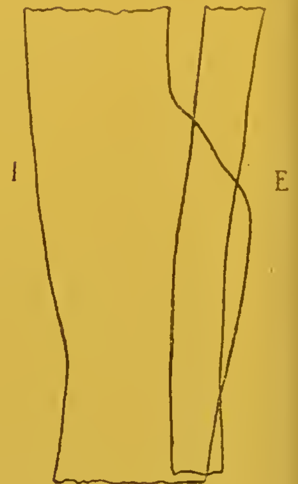


Fig. 839.

Obs. VI. — M..., 1er cuirassiers a eu la jambe gauche fracturée par un coup de pied de cheval, le 24 septembre 1879. En juin 1900, la radiographie nous

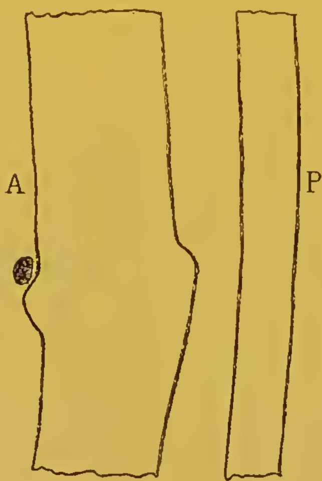


Fig. 840.



Fig. 841.

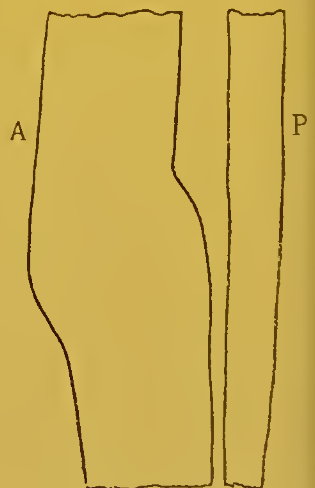


Fig. 842.

indique l'existence d'un cal angulaire, sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 841) et sur la transversale également (fig. 842).

L'étude de la direction conservée par les fragments, après la formation du cal, dans les fractures de jambe, quel qu'en ait été le type primitif, présente une grande importance, au point de vue du fonctionnement ultérieur du membre ; c'est pourquoi nous croyons devoir insister sur ce sujet.

Nous nous occuperons de la pathogénie et du traitement des diverses variétés de fractures d'un seul, ou des deux os de la jambe, après avoir étudié les fractures simultanées des deux os.

c) Fractures simultanées du tibia et du péroné. — Nous allons successivement passer en revue : les fractures transversales, les fractures obliques, les fractures spiroïdes, et les cals vicieux avec ou sans intervention chirurgicale.

α. *Fractures transversales.* — Nous avons observé un cas de fracture incomplète du tibia, avec fracture complète du péroné, plusieurs fractures complètes simples ou en Y, toutes portant sur la partie moyenne de la diaphyse, et un cas de facture de la partie supérieure des deux os.

Obs. I. — P..., 2e cuirassiers. Fracture de la jambe droite, compliquée de plaie, par choc d'un brancard de voiture, le 26 août 1898. La radiographie antéro-postérieure faite le 27 septembre, indique une fracture incomplète du tibia et une fracture complète du péroné (fig. 843).

De nouvelles épreuves furent prises le 13 octobre 1899, le blessé étant rentré



Fig. 843.

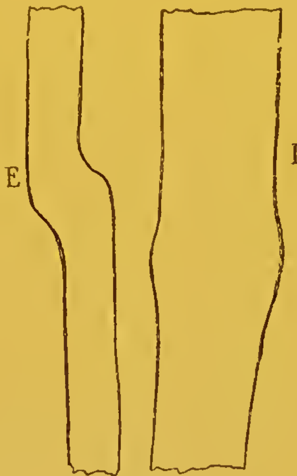


Fig. 844.

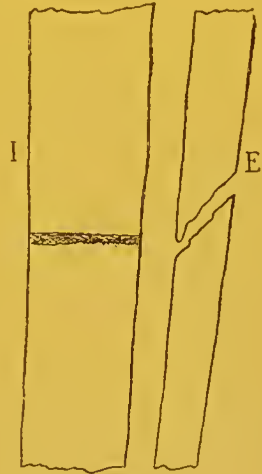


Fig. 845.

à l'hôpital du Val-de-Grâce, pour de l'œdème au niveau du cal et de la contracture du tendon d'Achille. Sur l'image antéro-postérieure, on remarque que le cal du péroné est en baïonnette, tandis que celui du tibia est rectiligne (fig. 844); sur la vue transversale, au contraire, les deux os semblent en rectitude à peu près parfaite.

Obs. II. — V..., 2e cuirassiers, reçut le 28 mai 1901, un coup de pied de cheval, à la face antérieure de la jambe gauche. Il en résulta une petite plaie des téguments et une fracture des deux os de la jambe au tiers moyen, traitée par une gouttière plâtrée. Sur la projection antéro-postérieure obtenue le 1er juin, il semble exister une fracture transversale du tibia et une fracture oblique du péroné (fig. 845); mais sur la plaque impressionnée transversalement, on reconnaît nettement une fracture légèrement oblique des deux os (fig. 846).

Obs. III. — P..., 2e cuirassiers. Fracture de la partie moyenne de la jambe gauche, par coup de pied de cheval, le 14 août 1899. Pas de plaie des téguments. L'examen aux rayons de Roentgen, pratiqué dans deux plans perpendiculaires, permet de reconnaître une fracture transversale des deux os, avec

déplacement des fragments inférieurs en dedans et en arrière. C'est dans cette position, aggravée par la présence d'une angulation à sinus antérieur, que la consolidation s'est faite, ainsi que nous pûmes le constater le 24 octobre.

Obs. IV. — O..., 35e d'artillerie, a eu la jambe gauche fracturée, sans plaie, dans un tamponnement de deux trains. Les fractures des deux os sont légèrement obliques; il n'existe pas de déplacement appréciable des fragments sur l'image antéro-postérieure, tandis que les deux fragments du tibia forment un angle à sinus antérieur, sur l'épreuve transversale.

Obs. V. — G..., 103e de ligne, s'est fracturé la jambe droite, au tiers moyen, le 25 avril 1898. La radiographie antéro-postérieure prise immédiatement



Fig. 846.

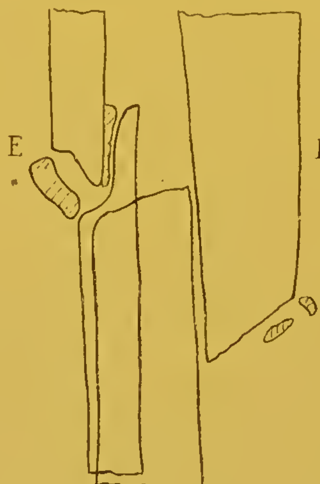


Fig. 847.

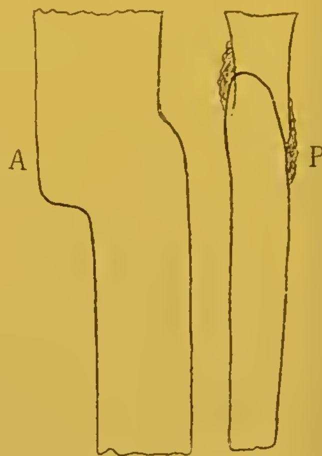


Fig. 848.

(fig. 847) montre une fracture légèrement oblique et faiblement esquilleuse du tibia et du péroné brisés sensiblement au même niveau.

Les deux fragments inférieurs sont venus se placer entre les deux supérieurs et les chevauchent ; ils ont en outre subi sur leur axe un mouvement de rotation tel que la face interne du tibia est presque devenue antérieure. La situation reste la même, après une tentative de réduction et l'application d'une gouttière plâtrée : elle demeure encore pareille, après une nouvelle tentative de réduction et l'application de l'appareil à traction de Hennequin, ainsi que le montre une plaque impressionnée au lit du malade, l'appareil en place et l'extension agissant.

C'est dans cette position vicieuse que se produit la consolidation, avec raccourcissement de la jambe et forte rotation de la pointe du pied en dehors.

Le 12 décembre 1898, l'image transversale semble indiquer un cal en baïonnette du tibia, et un cal rectiligne du péroné (fig. 848) : mais l'examen de l'épreuve antéro-postérieure montre que le déplacement primitif persiste (fig. 849).

Dans les trois observations qui vont suivre, il s'agit de fractures à trois fragments du tibia et parfois du péroné également.

Obs. VI. — H..., 1er cuirassiers. Fracture exposée de la jambe gauche, par coup de pied de cheval, le 26 janvier 1901.

Radiographie le 1er février, après réduction et application d'une gouttière plâtrée. On voit qu'il persiste un déplacement des fragments inférieurs en

dehors (fig. 850) et en avant (fig. 851). De petites esquilles, constituant un troisième fragment, se remarquent à la face interne du tibia et antérieure du péroné.

Obs. VII. — H..., garde républicain, reçoit le 11 octobre 1901, un coup de pied de cheval, à la face antérieure de la jambe gauche. Il existe une petite

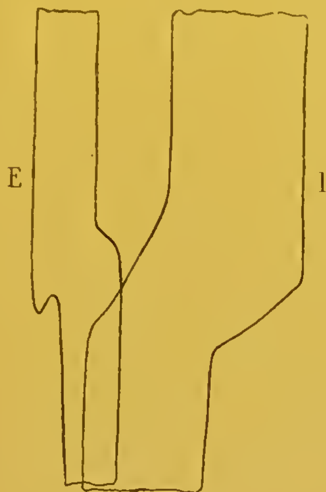


Fig. 849.

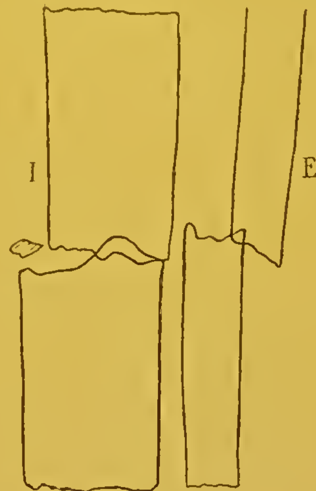


Fig. 350.

plaie des parties molles. L'examen antéro-postérieur aux rayons X, pratiqué le 6 novembre, après réduction et application d'un appareil plâtré, révèle une



Fig. 851.



Fig. 852.

fracture transversale des deux os, avec fragments esquilleux nombreux, surtout au niveau du péroné. On reconnaît une angulation à sinus externe (fig. 852). L'image transversale montre le déplacement en avant des fragments inférieurs (fig. 853) : il n'y a pas de chevauchement, ni d'angulation dans ce sens.

Le 11 novembre, les radiographies obtenues après de nouvelles tentatives de réduction et la mise en place d'une autre gouttière plâtrée indiquent que les déformations précitées persistent et que la flexion angulaire s'est même un peu accentuée.

Troisième tentative de réduction suivie de la mise en place d'un troisième plâtre. La déformation subsiste toujours pareille, d'après les derniers examens faits le 15 novembre.

Obs. VIII. — F..., élève à l'école polytechnique, est atteint de fracture de la jambe gauche, par coup de pied de cheval, le 17 janvier 1901. Il y a une plaie des parties molles qui donne lieu à un écoulement sanguin abondant. Le blessé

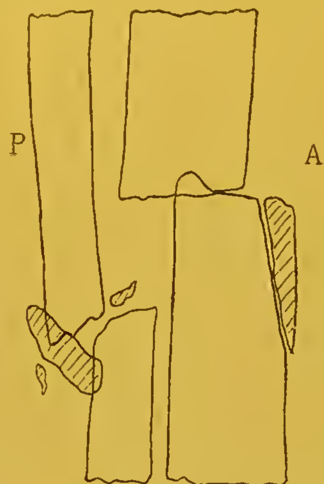


Fig. 853.



Fig. 854.

est apporté à l'hôpital du Val-de-Grâce, la jambe immobilisée dans une gouttière en zinc de Raoult-Deslongchamps. La feuille métallique a une épaisseur de huit dixièmes de millimètre environ. L'appareil est garni avec une couche

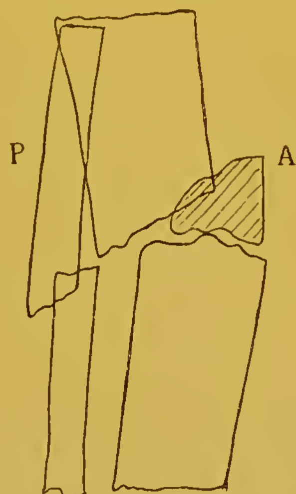


Fig. 855.

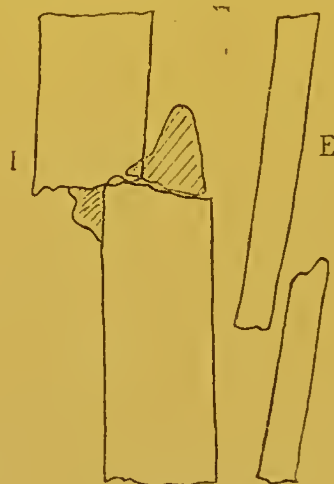


Fig. 856.

de ouate de 6 à 8 centimètres d'épaisseur : un taffetas gommé occupe toute la longueur de la jambe et des compresses imbibées de sang recouvrent la plaie.

Je ne touche pas à l'appareil, pour ne pas faire souffrir le blessé et prends deux radiographies dans des plans perpendiculaires, les rayons de Roentgen traversant la gouttière métallique et le pansement. L'image antéro-postérieure (fig. 854) montre une fracture à trois fragments, en Y du tibia, et un chevauchement des fragments du péroné ; les os de la jambe délimitent un

angle à sinus externe. Sur l'épreuve transversale, on remarque les mêmes lésions, et on reconnaît que les fragments du tibia constituent une angulation à sinus postérieur (fig. 855).

De nouvelles images sont prises le 29 janvier, après réduction et applica-

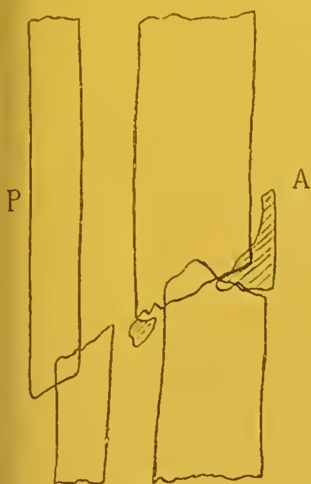


Fig. 857.

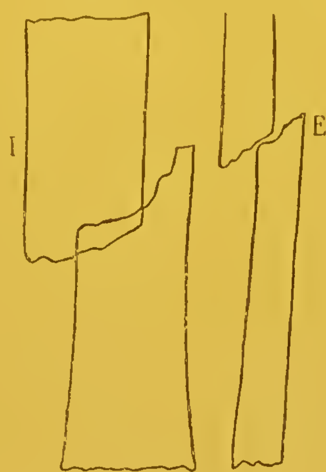


Fig. 858.



Fig. 859.

tion d'une gouttière plâtrée. Le chevauchement des os persiste, mais les déplacements angulaires ont disparu (fig. 856 et 857). La consolidation s'est faite par des cals en baïonnette, malgré une nouvelle tentative de réduction et un nouveau plâtre.

β. *Fractures obliques simples ou à trois fragments.* — Les fractures à trait oblique un peu accentué que nous avons observées ne sont pas nombreuses. Les types n'en sont pas tous très nets : quelques spécimens semblent n'être que des fractures transversales un peu inclinées, et d'autres paraissent être des fractures spiroïdes simplifiées. Ces cas litigieux représentant en quelque sorte des formes de transition entre l'un et l'autre groupe, nous avons cru devoir les ranger parmi les fractures obliques.

Obs. I. — R..., sous-officier au 1er cuirassiers, se fracture les deux os de la jambe, au tiers inférieur, dans une chute avec son cheval, le 10 juin 1900. Les radiographies antéro-postérieure (fig. 858) et transversale (fig. 859) ont été obtenues le surlendemain de l'accident. Les fragments inférieurs des deux os fracturés un peu obliquement, sont déplacés en dehors et en arrière. Le 22 juin, nouvel examen aux rayons X, après la réduction et l'application d'une gouttière plâtrée ; le déplacement est le même que précédemment. Autres épreuves le 30 juin, après deuxième tentative de réduction, suivie d'un deuxième plâtre. L'aspect est encore plus mauvais que précédemment : les fragments inférieurs forment avec les supérieurs un angle à sinus antérieur. Ce dernier appareil est laissé en place et la consolidation se fait avec un cal en baïonnette sur l'image antéro-postérieure (fig. 860) et un cal angulaire sur l'épreuve transversale (fig. 861).

Obs. II. — G..., 13e d'artillerie, se fracture la jambe gauche, à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur, le 5 décembre 1900, en sautant un obstacle. Le 8 décembre, après la réduction et l'application d'un plâtre, on voit sur l'image antéro-postérieure (fig. 862) que les fragments inférieurs sont déplacés

en dehors et chevauchent, tandis qu'en projection transversale, le tibia et le péroné sont rectilignes, mais au niveau du trait de fracture de chaque os, on

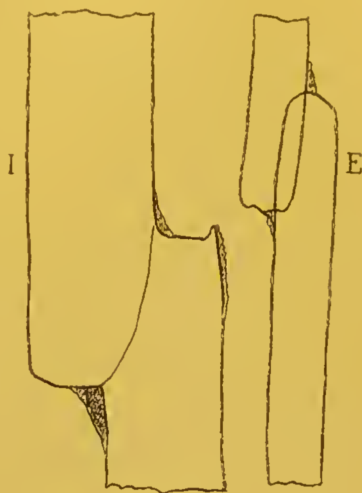


Fig. 860.

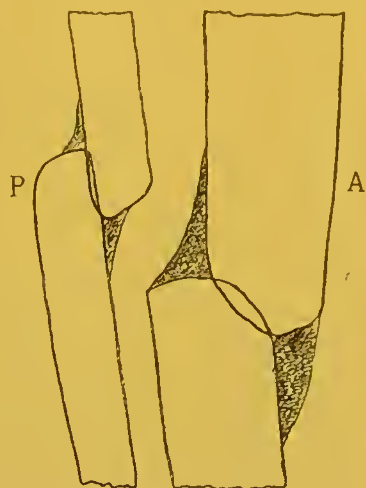


Fig. 861.

remarque une bande transversale plus opaque, de 10 à 12 millimètres de



Fig. 862.

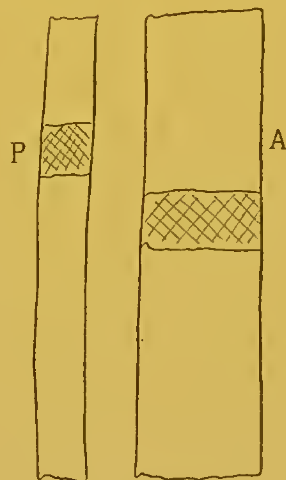


Fig. 863.

hauteur, produite par la superposition des extrémités des deux os qui chevauchent (fig. 863).

Obs. III. — L..., 129e de ligne. Fracture de la jambe gauche, le 25 novembre 1898, en faisant de la gymnastique. Immobilisation du membre dans une gouttière plâtrée, après manœuvres de réduction.

Depuis l'accident, il n'a pas fait de service, ne peut marcher, et souffre dans le cal, nous dit-il, quand nous le radiographions, d'abord en janvier 1900, puis en janvier 1901. Les images obtenues étant sensiblement analogues, nous ne reproduirons que les dernières. Sur la plaque impressionnée d'avant en arrière, nous constatons un cal légèrement en baïonnette du tibia, avec translation du fragment inférieur en dehors (fig. 864); on devine encore le trait de fracture, à direction oblique de haut en bas et de dehors en dedans, tandis que sur le

péroné il se dirige de haut en bas et de dedans en dehors contrairement à la loi qu'a voulu promulguer Poncet. Sur l'épreuve transversale, les deux fragments du péroné chevauchent, et la solution de continuité du tibia va de haut en bas



Fig. 864. Fig. 865. Fig. 866.

et d'arrière en avant, présentant vers son milieu une lacune transparente qui provient d'une moindre épaisseur du cal à ce niveau (fig. 865).

Obs. IV. — R..., 28e dragons. Le 9 février 1900, étant à cheval, il eut la jambe gauche froissée par le poitrail d'un autre cheval, et les deux os se fracturèrent par torsion. Après réduction, le membre fut immobilisé dans la gouttière en zinc de Delorme.

Le 21 mai 1900, l'examen antéro-postérieur nous montre une fracture oblique de haut en bas et de dehors en dedans, du tibia et du péroné, avec un troisième fragment externe sur le tibia. Le péroné est brisé plus haut que le tibia et les deux os sont consolidés par un cal en baïonnette (fig. 866).

L'épreuve transversale indique une consolidation angulaire, avec courbure antérieure de la jambe : une lacune transparente existe sur le tibia, au point de réunion des trois fragments (fig. 867).

Obs. V. — G..., maréchal des logis au 13e d'artillerie, se fracture la jambe gauche, le 11 avril 1900, en tombant avec son cheval, le pied dans l'étrier, pris sous le flanc de l'animal.

Les radiographies d'avant en arrière (fig. 868) et de dedans en dehors

(fig. 869), prises le 16 juillet, indiquent une fracture oblique à trois fragments du tibia ; les fragments inférieurs des deux os sont légèrement déplacés en dehors et en arrière.

Obs. VI. — M..., sapeur-pompier. Le 16 avril 1901, étant monté sur une table qui bascule, il tombe, la jambe gauche prise entre la table et un banc. Il a une fracture à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur des deux os. Traitement par la gouttière plâtrée. Le 22 mai, sur l'image antéro-postérieure, on remarque une fracture oblique du tibia et du péroné, avec esquilles intermédiaires, et



Fig. 867.

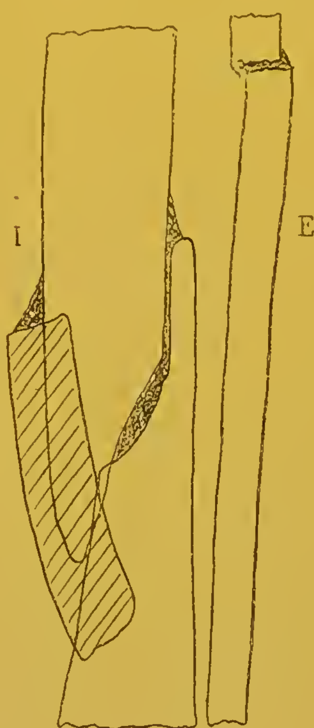


Fig. 868.



Fig. 869.

ossifications périostiques sur le fragment supérieur. Il existe du déplacement en dehors et une rotation de la pointe du pied dans le même sens; cette dernière se traduit sur la plaque, par la plus grande largeur de l'ombre du bout inférieur du tibia qui se présente aux rayons par sa face interne (fig. 870). Sur l'épreuve transversale (fig. 871), les axes du tibia et du péroné semblent être en ligne droite; chaque os est divisé en trois fragments.

Obs. VII. — M..., 117e de ligne, se fracture la jambe gauche, le 6 février 1900, dans une chute qu'il fait dans la cour, son pied ayant tourné sur les pavés, alors qu'il porte un sceau d'eau. Une radiographie est faite le 17 février, à travers l'appareil plâtré ; on constate une fracture oblique des deux os, avec déplacement du fragment inférieur du tibia en dehors et en arrière (fig. 872 et 873). Un second plâtre est appliqué, après de nouvelles manœuvres de réduction et sur les plaques impressionnées le 7 mars, on voit que le déplacement persiste, un peu moins prononcé toutefois (fig. 874 et 875).

Obs. VIII. — De l'E..., capitaine, atteint d'aliénation mentale, se précipite d'une fenêtre du premier étage et se fracture la jambe gauche, avec plaie. Le 11 mars 1900, l'examen du membre d'avant en arrière, aux rayons de Roentgen, décèle une fracture transversale des deux os au quart supérieur (fig. 876) ; les

fragments inférieurs chevauchent les supérieurs et sont déplacés en dedans; ils ont en outre subi un mouvement de rotation de dehors en dedans, ainsi que l'indique la différence de diamètre des deux fragments du péroné, l'inférieur



Fig. 870.



Fig. 871.

plus large, étant plus éloigné de la plaque que le supérieur. Ce dernier mouvement était du reste indiqué cliniquement par la rotation en dedans de la pointe du pied. Sur l'épreuve transversale, on constate une fracture à trois fragments



Fig. 872.

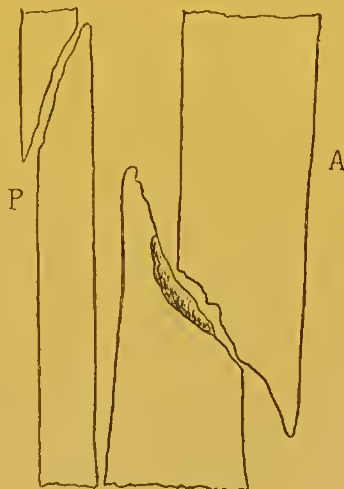


Fig. 873.



Fig. 874.

du péroné, et la translation en arrière du fragment tibial inférieur (fig. 877). La réduction est faite, et un appareil plâtré appliqué.

De nouvelles vues sont prises le 7 avril. Les déplacements en largeur et en longueur persistent (fig. 878 et 879) ; mais la rotation a été corrigée et sur la

projection antéro-postérieure, on aperçoit l'esquille intermédiaire du péroné.



Fig. 875.

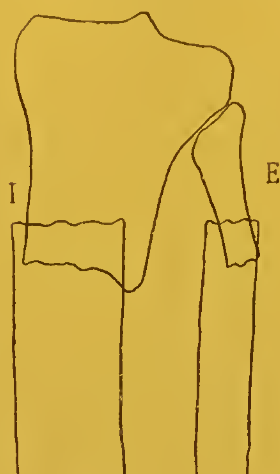


Fig. 876.

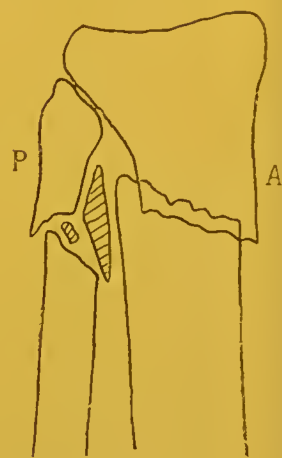


Fig. 877.

qui se trouvait masquée, sur la première radiographie, par l'extrémité du fragment inférieur.

γ. *Fractures spiroïdes des os de la jambe.* — Nous avons observé sept cas de fracture spiroïde, hélicoïdale ou en V; elles étaient simples ou compliquées d'éclatement secondaires du fragment inférieur.

Obs. I. — Le Q..., 2[e] cuirassiers. Étant à cheval, a eu dans un temps de galop, la jambe droite serrée contre le flanc de la monture d'un camarade, et la pointe de son pied a été entraînée en dehors. Le 27 janvier 1899, le lende-



Fig 878.

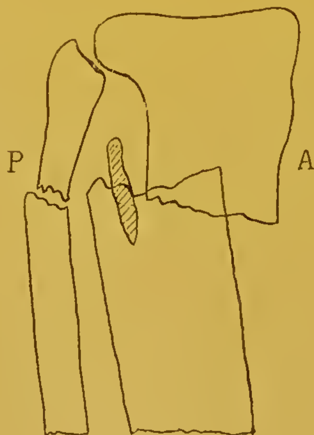


Fig. 879.

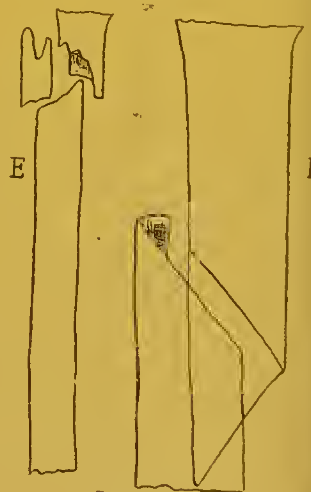


Fig. 880.

main de l'accident, nous observons l'existence d'une fracture spiroïde des deux os de la jambe, avec fragment intermédiaire sur le péroné ; les extrémités inférieures sont légèrement déplacées en dehors (fig. 880). Après immobilisation du membre dans une gouttière plâtrée, nous prenons de nouvelles radiographies :

l'une antéro-postérieure (fig. 881), sur laquelle on voit le cal en voie de formation : les deux fragments chevauchent et forment un angle à sinus externe ;

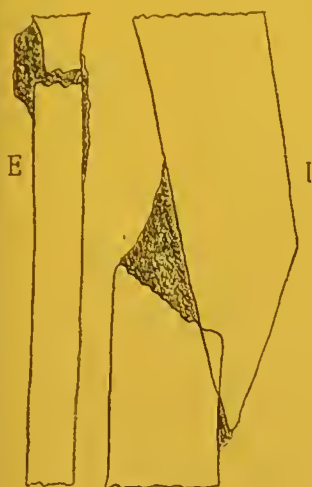


Fig. 881.

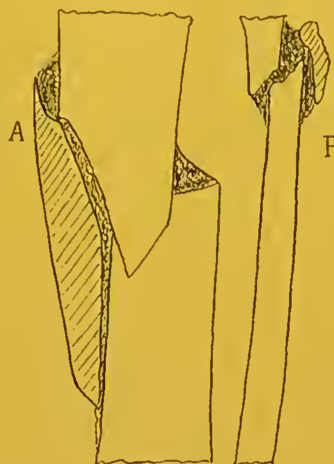


Fig. 882.



Fig. 883.

l'autre transversale (fig. 882) montre nettement une grande esquille placée en avant du tibia.

Obs. II. — D...., lieutenant d'infanterie, s'est fracturé la jambe gauche, le 6 octobre 1898, en tombant de bicyclette. La radiographie d'avant en arrière prise le 19 octobre, à travers l'appareil plâtré, indique une fracture spiroïde, avec déplacement des fragments inférieurs en dehors (fig. 883). Une nouvelle réduction est tentée et l'appareil à extension de Hennequin appliqué ; sous la traction, nous prenons une nouvelle épreuve qui montre que le déplacement reste sensiblement le même.

Obs. III. — L..., 24e de ligne. Fracture de la jambe gauche, le 6 mai 1898, en tombant dans un escalier. Après réduction et appareil plâtré, nous observons

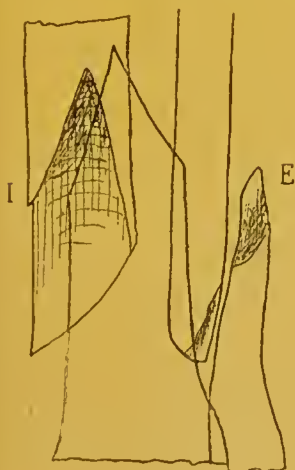


Fig. 884.

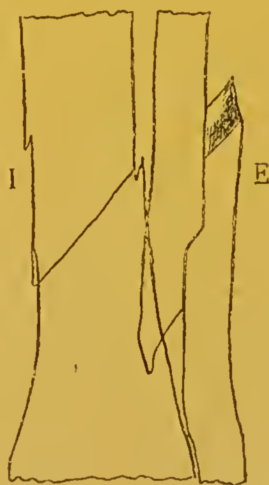


Fig. 885.



Fig. 886.

que les fragments inférieurs chevauchent les supérieurs et sont déplacés en dehors et en avant, ainsi que l'indique l'augmentation de diamètre du fragment

inférieur du tibia comparativement au supérieur (fig. 884). Après nouvelle intervention et nouveau plâtre, la radiographie, faite le 20 mai, montre sur l'image antéro-postérieure (fig. 885) que la réduction reste incomplète.

Obs. IV. — V..., 12e d'artillerie, tombe de cheval, le 10 octobre 1899, et la jambe droite prise sous le flanc de l'animal se fracture. Les clichés antéro-postérieur et transversal pris le 23 octobre permettent de constater l'existence d'une fracture spiroïde, avec déplacement des fragments inférieurs en dehors et en avant (fig. 886 et 887). J'applique au blessé un appareil de marche, après réduction, et sur de nouvelles plaques impressionnées le 16 novembre, l'appareil

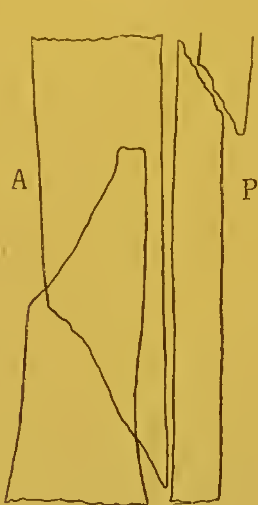


Fig. 887.

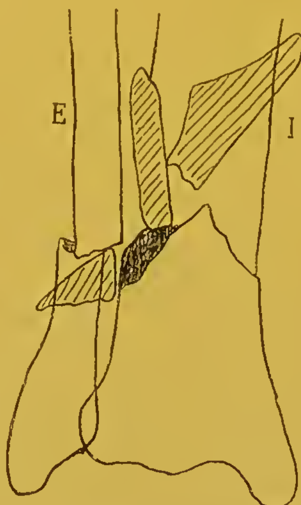


Fig. 888.



Fig. 889.

en place, je vois que le déplacement en avant et en dehors persiste, mais à un degré un peu moins prononcé qu'auparavant.

Obs. V. — T..., garde républicain, est radiographié, le 26 juillet 1898, pour une fracture récente de l'extrémité inférieure de la jambe droite. L'épreuve antéro-postérieure indique un éclatement du fragment inférieur du tibia, dont une des esquilles détachées croise le fragment inférieur du péroné (fig. 888). Sur l'image transversale, on voit une grande esquille sur la face postérieure du tibia ; les fragments sont inclinés et délimitent un angle à sinus antérieur (fig. 889).

Obs. VI. — R..., 15e train, tombe avec un mulet, la jambe gauche prise sous le flanc de l'animal, le 2 mars 1904. Les deux os sont fracturés à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur. Je pratique la réduction le lendemain et place le membre dans une gouttière plâtrée. Un examen radiographique antéro-postérieur et transversal, pratiqué à travers l'appareil, montre qu'il s'agit d'une fracture spiroïde, dont la réduction est incomplète (fig. 890 et 891) ; le fragment inférieur du tibia reste légèrement déplacé en dehors et une grande esquille libre se voit au côté interne du foyer de fracture; les fragments inférieurs du tibia et du péroné délimitent, avec les supérieurs, un léger angle à sinus antérieur. Somme toute les axes des deux os nous paraissent bons cliniquement et suffisants sur les radiographies; nous estimons difficile d'obtenir mieux et laissons la consolidation se faire en l'état.

Le 18 avril, nous enlevons l'appareil. Le cal est solide et n'est pas volumineux. La crête du tibia prolongée passe par le premier espace interdigital : le bord interne du gros orteil, le bord externe de la rotule et l'épine iliaque antéro-

supérieure sont sur la même ligne. Il n'y a pas de déviation appréciable de l'axe de la jambe dans le plan antéro-postérieur. La jambe fracturée présente un



Fig. 890.

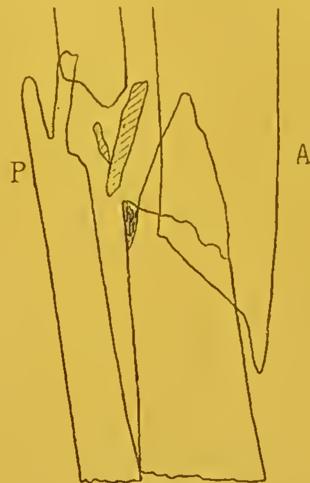


Fig. 891.

raccourcissement de 15 millimètres. La marche se fit bien dans la suite, et sans boiterie appréciable.

Obs. VII. — M..., brigadier au 11e hussards, fait le 11 septembre 1903, une chute avec son cheval, le pied droit resté dans l'étrier et pris sous le flanc de l'animal. La jambe placée pendant quelques jours dans une gouttière fut ensuite soumise à la traction continue pendant trente jours, puis on procéda au massage

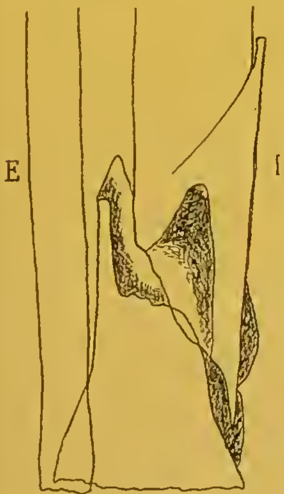


Fig. 892.

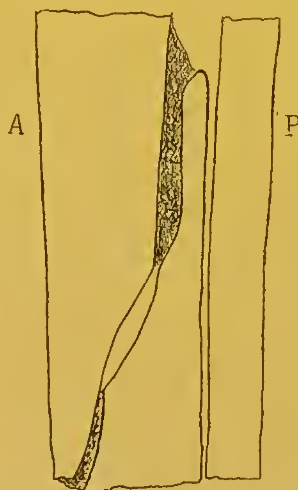


Fig. 893.



Fig. 894.

et à la mobilisation des articulations. C'est à ce moment que l'on s'aperçut d'un équinisme assez prononcé, tenant sans doute à la paralysie des muscles antéro-externes de la jambe.

Le 12 novembre 1903, le blessé fut évacué sur l'hôpital de Marseille. Le pied droit était en varus équin ; la peau qui le recouvrait, de même que la partie inférieure de la jambe était bleuâtre et plus froide que sur le membre opposé ; l'épiderme, les poils, les ongles ne présentaient aucune altération tro-

phique ; les différentes sensibilités étaient intactes. Le mollet droit manifestait une atrophie circonférentielle de 15 millimètres et la cuisse de 2 centimètres. La jambe droite était plus courte de 15 millimètres que la gauche. On sentait, sur le quart inférieur du tibia un cal, avec saillie en avant, sous la peau, de l'extrémité inférieure du fragment supérieur. Le cal du péroné siégeait au niveau de son col supérieur.

Le 24 novembre les rayons de Roentgen nous révèlent une fracture spiroïde, à trois fragments, en voie de consolidation, avec saillie légère du fragment tibial supérieur en dedans (fig. 892), et en avant (fig. 893) : le cal est légèrement en baïonnette, dans les deux sens, et l'axe statique est bon.

Nous enregistrons, par pure raison d'économie, sur une plaque indépendante, la lésion du péroné, et constatons sur l'image interne-externe obtenue qu'il s'agit également d'une fracture spiroïde du col de cet os, sans déplacement appréciable des fragments, et sans cal volumineux (fig. 894).

Malgré l'emploi persévérant du traitement par les agents physiques, l'état du membre reste sensiblement stationnaire. Aussi le 2 février 1904, nous nous décidons à mettre à nu le sciatique poplité externe, au moment où il contourne le col du péroné. Le nerf nous semble complètement normal, à l'inspection : il n'est ni comprimé, ni soulevé. Nous refermons la plaie qui se réunit par première intention, et reprenons le traitement par le massage, l'électricité et l'hydrothérapie.

L'état du malade, qui ne présente cependant aucun stigmate d'hystérie, s'améliore assez rapidement dans la suite, et au moment où il quitte l'hôpital, réformé n° 1, le 17 mai 1904, il marche convenablement, en s'aidant d'une canne. La cyanose du pied se montre à peine, après une station debout prolongée : les muscles antéro-externes de la jambe sont encore faibles, mais la déformation en varus équin n'existe plus. Cependant l'atrophie circonférentielle du mollet est actuellement de 3 centimètres, et celle de la cuisse, de 25 millimètres.

δ. *Cals anciens de fractures des deux os de la jambe.* — De même que nous l'avons fait pour les fractures isolées du tibia, ici encore nous ne parlerons que des cas dans lesquels le cal observé était vicieux.

Nous avons radiographié un certain nombre de cals qui étaient parfaits sous le rapport de la direction et de la forme ; mais nous devons ajouter qu'ils étaient peu nombreux.

Les cals vicieux consécutifs à une fracture des deux os, nous semblent se prêter plus facilement à une classification que ceux qui résultent de la brisure isolée du tibia ; nous les diviserons en deux catégories : cals en baïonnette et cals angulaires.

Cals en baïonnette.

Obs. I. — M..., garde républicain, reçoit, le 23 mai 1898, un coup de pied de cheval, sur la face antérieure de la jambe droite : il en résulte une fracture exposée du tibia. Le 3 janvier 1899, les radiographies antéro-postérieure (fig. 895) et interne-externe (fig. 896) nous indiquent l'existence d'un cal en baïonnette dans les deux sens. Le déplacement des fragments inférieurs est interne et antérieur.

Obs. II. — O..., médecin major, a eu, il y a cinq ans, une fracture exposée de la partie moyenne de la jambe gauche, par coup de pied de cheval. Le 3 janvier 1899, les projections obtenues dans le plan sagittal (fig. 897) et dans le plan frontal (fig. 898) font apparaître un cal en baïonnette dans les deux sens. Il y a déplacement des fragments inférieurs en dehors et en avant.

Obs. III. — M..., lieutenant de réserve d'artillerie, a eu, il y a trois ans, une fracture de la jambe droite, que nous examinons en mars 1901. Les épreuves antéro-postérieure (fig. 899) et transversale (fig. 900) nous représentent un cal en baïonnette, avec déplacement des fragments inférieurs en dehors et en avant.

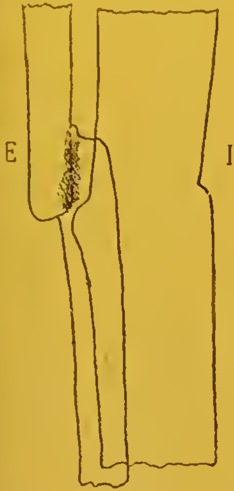


Fig. 895.



Fig. 896.



Fig. 897.

Obs. IV. — B..., 18e chasseurs, s'est fracturé la jambe gauche, le 12 janvier 1898 ; il glissa en portant une civière qui lui tomba sur la face externe du membre. Le 16 août 1899, les rayons de Roentgen nous montrent un cal en baïon-

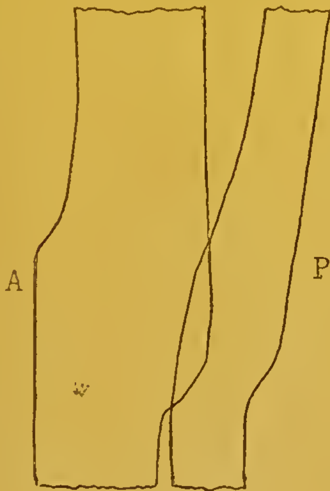


Fig. 898.

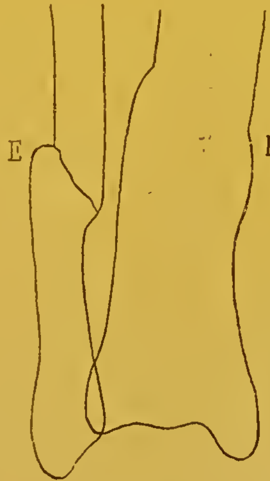


Fig. 899.



Fig. 900.

nette ; les fragments inférieurs sont déplacés en dehors (fig. 901) et en en arrière (fig. 902).

Obs. V. — B..., trente-neuf ans, cavalier de manège, s'est fracturé la jambe, dans une chute de cheval, il y a plusieurs années. Nous le radiographions, en juillet 1898, à propos d'un coup de pied de cheval qu'il a reçu au niveau de l'ancien foyer de fracture ; il présente un cal en baïonnette, avec déplacement externe des fragments.

Obs. VI. — B..., médecin principal en retraite, nous demande de radiographier sa jambe qui a été fracturée, il y a plus de trente ans. Sur l'image antéro-postérieure, les axes du tibia et du péroné sont presque rectilignes ; tandis que sur

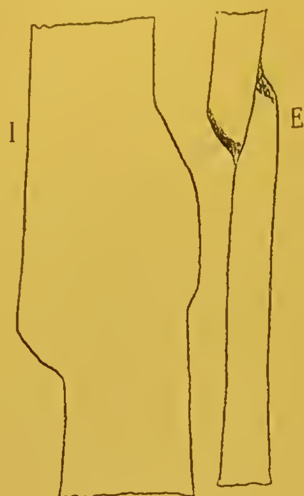


Fig. 901.

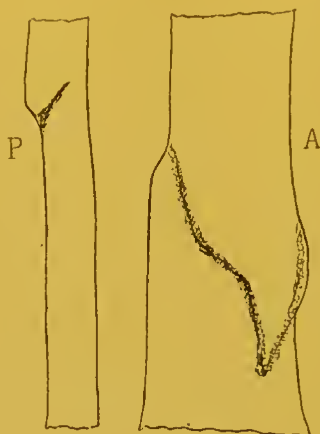


Fig. 902.

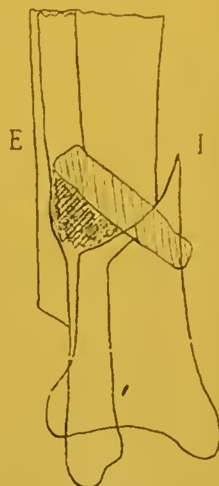


Fig. 903.

l'image transversale se voit un cal en baïonnette, avec déplacement des fragments inférieurs en arrière. Il s'agit d'une ancienne fracture oblique, dans laquelle la continuité du canal médullaire ne s'est pas rétablie, au niveau du point de soudure des fragments.

Obs. VII. — D..., brigadier de gendarmerie, s'est fracturé la jambe droite au quart inférieur, il y a ving-deux mois, en glissant sur la neige et en tombant de sa hauteur ; la fracture était exposée. Le membre a été immobilisé dans une gouttière plâtrée, et la guérison a eu lieu sans complications inflammatoires. Sur

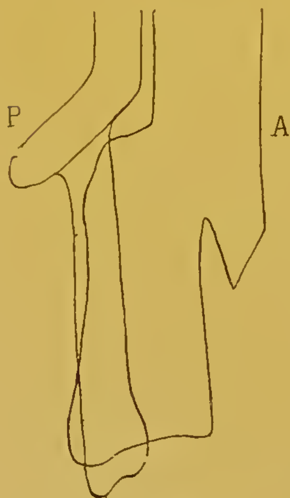


Fig. 904.

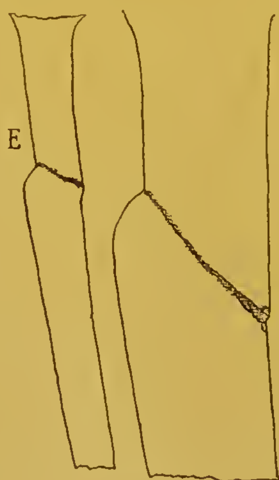


Fig. 905.

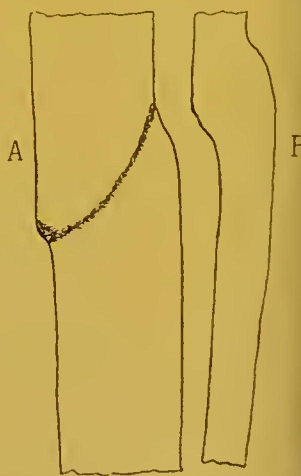


Fig. 906.

la plaque impressionnée d'avant en arrière, la pointe du pied étant verticale, on reconnaît que le fragment inférieur du tibia est resté déplacé en dedans ; le péroné a été brisé en trois fragments, dont l'intermédiaire semble avoir une direction oblique de haut en bas et de dehors en dedans (fig. 903). La vue trans-

versale (fig. 904) complète la précédente; elle nous permet de constater que les deux fragments inférieurs sont déplacés en arrière, et que le fragment intermédiaire du péroné se trouve projeté également dans cette direction.

Dans cinq autres observations les images obtenues ont de grandes analogies entre elles; la consolidation s'est faite au moyen d'un cal en baïonnette, avec déplacement des fragments inférieurs en dehors (fig. 905) et en arrière (fig. 906).

Cals angulaires. — Le plus souvent ainsi qu'on le verra, d'après les observations suivantes, les cals ne se montrent angulaires que dans un sens, soit sur la projection antéro-postérieure, soit sur la transversale; dans ce cas ils sont rectilignes ou en baïonnette dans le plan perpendiculaire au premier.

Obs. I. — X.... radiographié en 1897, pour fracture de jambe, cliniquement consolidée, présente un cal encore transparent, au niveau du tiers inférieur du tibia et du péroné, dont les extrémités distales se sont infléchies en dehors, délimitant avec les supérieures un angle à sinus externe (fig. 907).



Fig. 907.

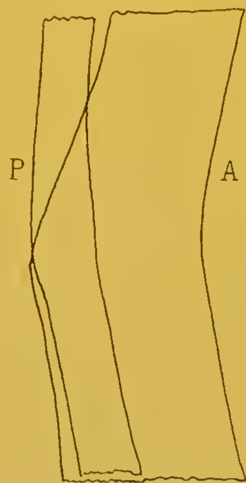


Fig. 908.

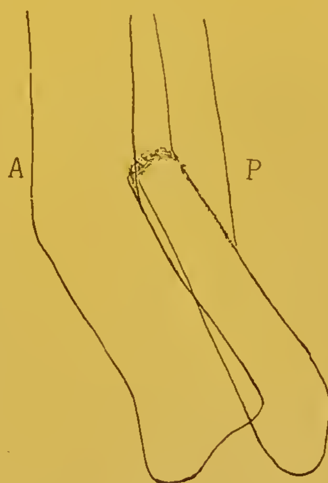


Fig. 909.

Obs. II. — B..., 13e d'artillerie, est atteint de fracture ancienne de la jambe gauche. Le 16 mars 1900, l'examen d'avant en arrière indique que les axes des deux os sont rectilignes; on perçoit à peine sur chacun d'eux un léger renflement fusiforme, au niveau de l'ancien foyer de fracture; sur l'épreuve transversale, au contraire, les fragments inférieurs sont infléchis en arrière; il y a une angulation à sinus antérieur (fig. 908).

Obs. III. — D..., radiographié en 1897, pour fracture ancienne de jambe, présente également, sur l'épreuve transversale, une déviation angulaire prononcée, à sinus postérieur (fig. 909).

Obs. IV. — H..., 18e dragons. Le 7 août 1898, une roue de fourragère lui passa sur la jambe droite et produisit une fracture avec plaie. On pratiqua l'extraction immédiate de trois grosses esquilles du tibia. Après consolidation, nous voyons sur l'image antéro-postérieure (fig. 911) un cal avec léger déplacement des fragments inférieurs en dehors, tandis que sur la plaque transversale, les deux os

de la jambe sont soudés, en formant un angle à sinus antérieur très accentué (fig. 910).

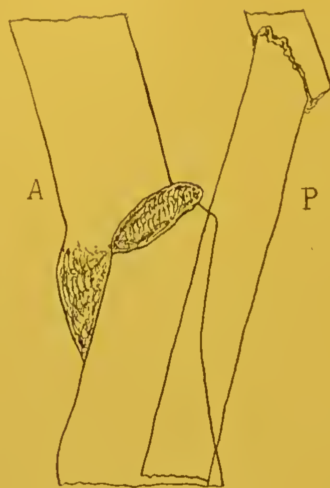


Fig. 910.

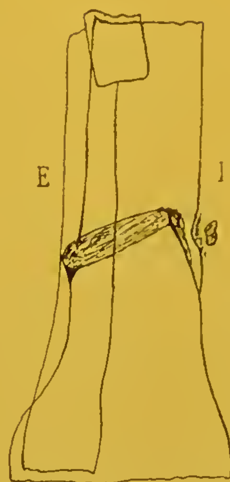


Fig. 911.

Obs. V. — H..., 1er cuirassiers, est atteint de fracture ancienne de jambe qui rend la marche douloureuse et difficile. Le 16 octobre 1901, nous constatons un



Fig. 912.

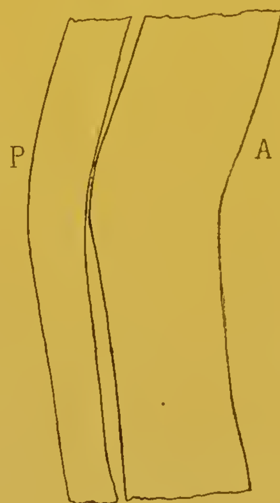


Fig. 913.

cal en baïonnette peu prononcé, avec déplacement des fragments inférieurs en dedans (fig. 912), combiné à une angulation à sinus antérieur, très accusée (fig. 913).

Obs. VI. — B..., vingt-sept ans, 2e régiment étranger. Le 3 mai 1903, en luttant avec un camarade, son pied se tordit, et il se fractura la jambe droite. Nous l'examinons le 14 août, à sa rentrée de Madagascar. Il ne présente pas de déviation appréciable de la jambe, ni du pied, mais boite en marchant : il persiste de l'œdème du pied et du bas de la jambe. Le cal n'est ni volumineux, ni douloureux à la pression. Les mouvements du cou-de-pied et du genou sont libres. Le mollet offre une atrophie circonférentielle de 2 centimètres. Sur la

projection antéro-postérieure, on remarque un peu d'épaississement du quart inférieur du tibia et une fracture oblique de la partie inférieure de la diaphyse du péroné, avec déviation en dedans du fragment distal (fig. 914). Transversale-



Fig. 914.

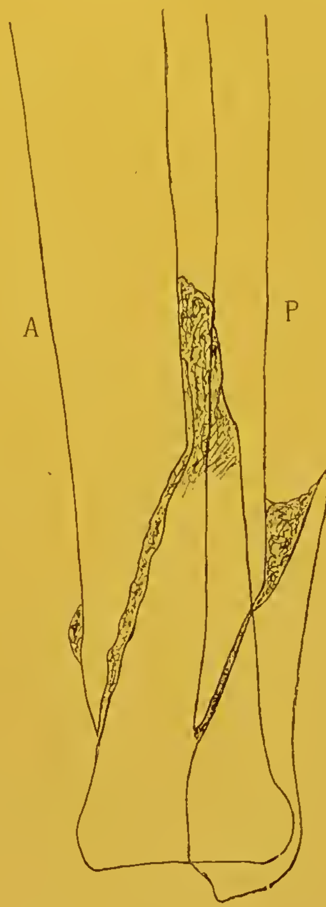


Fig. 915.

ment, on reconnaît une ancienne fracture spiroïde des deux os, avec déplacement en arrière des fragments inférieurs et légère angulation à sinus antérieur (fig. 915).

Obs. VII. — G.., ex-soldat au 15e train, étant à cheval, a reçu, le 19 août 1899, un coup de pied d'un autre cheval placé devant lui ; il avait le pied chaussé dans l'étrier. Il fut immobilisé pendant cinquante-six jours dans une gouttière plâtrée.

Le 18 septembre 1903, il entre en observation à l'hôpital de Marseille. On ne constate pas de troubles trophiques cutanés ; le mollet montre une atrophie circonférentielle de 2 centimètres ; la jambe est raccourcie de 3 centimètres, et présente de l'incurvation en dedans et en avant. L'épreuve antéro-postérieure révèle un cal en baïonnette, avec déplacement en dehors des fragments inférieurs (fig. 916), tandis que la transversale dénote une angulation à sinus antérieur (fig. 917).

Obs. VIII. — J..., 40e d'artillerie, se fracture la jambe gauche, en septembre 1896, en tombant d'un fourgon. Il est immobilisé dans un appareil plâtré pendant quarante-cinq jours. Le 8 décembre 1898, nous constatons un cal en baïon-

nette sur l'image antéro-postérieure (fig. 918), avec déplacement des fragments

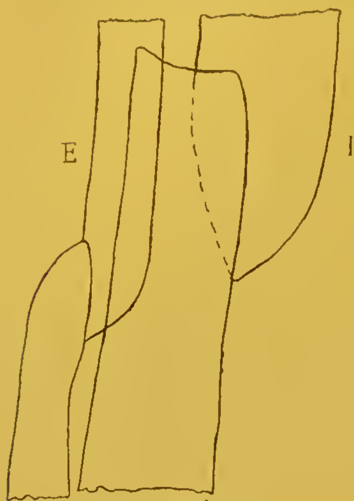


Fig. 916.

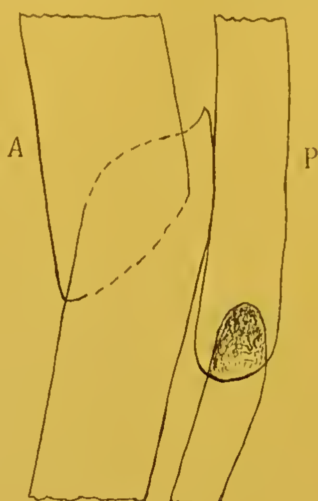


Fig. 917.



Fig. 918.

inférieurs en dehors, et un cal angulaire, à concavité antérieure sur la plaque transversale (fig. 919).

Cals vicieux suivis d'interventions opératoires. — L'intervention sanglante, à notre avis, n'a de raison d'être, qu'en cas de cal angulaire, comme nous le dirons plus loin.

Obs. I. — G..., enfant de troupe à l'école de cavalerie d'Autun, s'est fracturé la jambe gauche, au gymnase, le 2 juin 1897.

Après consolidation, on remarque que la partie inférieure de la jambe est déviée en dehors et en avant. La marche est rendue difficile, par suite du tirail-

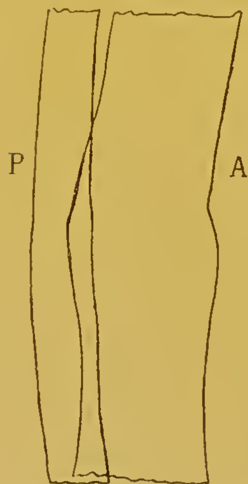


Fig. 919.

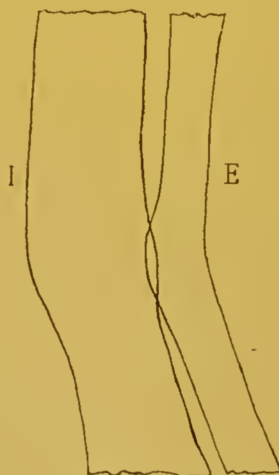


Fig. 920.

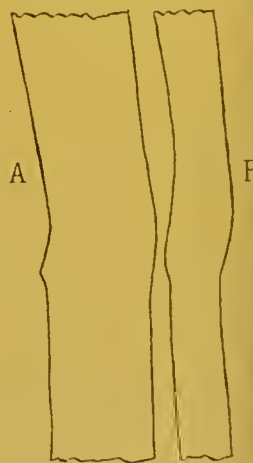


Fig. 921.

lement constant des ligaments latéraux internes du genou et du cou-de-pied. Le sujet et sa famille demandent une intervention pour redresser le membre. Le blessé entre à l'hôpital du Val-de-Grâce. Nous le radiographions le 16 août 1898, et constatons, sur l'image antéro-postérieure, la présence d'un cal angu-

laire, à sinus externe (fig. 920) et, sur l'épreuve transversale, un léger angle ouvert en avant (fig. 921).

Le 17 septembre, je mets à nu les cals du tibia et du péroné, puis avec le ciseau et le marteau, je pratique une ostéotomie linéaire transversale : je redresse ensuite le membre et l'immobilise dans une gouttière plâtrée. De nou-



Fig. 922.

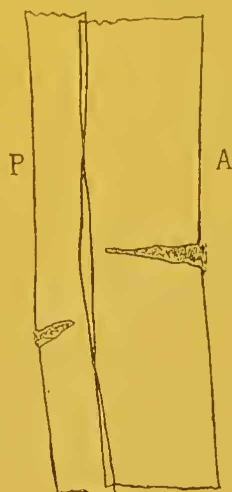


Fig. 923.

velles épreuves dans le plan sagittal (fig. 922) et dans le plan frontal (fig. 923), permettent de se rendre compte que l'angulation transversale est complètement supprimée, mais qu'il persiste une très légère incurvation des fragments en avant. La consolidation se fit normalement, et ultérieurement la marche fut facile.

Obs. II. — S..., militaire réformé pour cal vicieux consécutif à une fracture du quart inférieur de la jambe droite, datant de six mois, entre au Val-de-

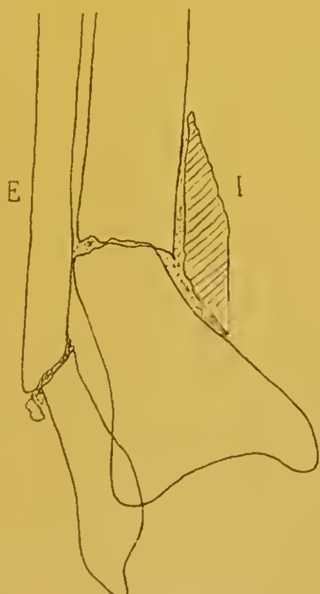


Fig. 924.



Fig. 925.

Grâce, demandant à être opéré, car la marche est presque impossible. Je le radiographie le 19 septembre 1898 (fig. 924 et 925), puis pratique l'ostéotomie

linéaire des deux os. L'opération fut facile, car les cals étaient encore mous, et le redressement fut maintenu au moyen d'une gouttière plâtrée.

De nouvelles plaques impressionnées, le 24 janvier 1899, montrent que le



Fig. 926.



Fig. 927.

redressement est parfait dans le sens transversal (fig. 926), mais qu'il persiste une légère saillie du fragment tibial inférieur en avant (fig. 927). Après consolidation dans cette situation, le blessé marcha convenablement.

Obs. III. — M..., 1er régiment d'artillerie coloniale, tombe de cheval, le 18 novembre 1901, dans une manœuvre à Tien-Tsin. Le cheval mit un de ses pieds sur la jambe droite du cavalier, et lui fit une fracture des deux os, sans plaie cutanée. Dès le lendemain on appliqua une gouttière plâtrée, qui resta en place quarante-cinq jours. Au moment de sa suppression, on s'aperçut que le pied et le bas de la jambe étaient déviés en dehors ; on les reporta en dedans, et on immobilisa dans un deuxième plâtre, pendant trente-huit jours.

Le blessé est rapatrié et entre à l'hôpital de Marseille, le 1er juin 1902 : il marche assez difficilement, en s'aidant d'une canne.

La fracture du tibia siège à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur ; le péroné s'est brisé à huit centimètres au-dessus de la malléole externe. Le bas de la jambe est dévié en dedans et en avant ; le pied est un peu renversé en dedans et l'appui se fait sur son bord externe, pendant la station et la marche. La ligne prolongeant en bas la erête du fragment supérieur du tibia, passe par le quatrième orteil. Le raccourcissement de la jambe est de 2 centimètres environ.

L'examen antéro-postérieur aux rayons de Roentgen, fait le 9 juin, indique un cal en baïonnette (fig. 928) ; les fragments inférieurs sont déplacés en dehors et chevauchent les supérieurs, dans une étendue de 2 centimètres environ. Sur l'image transversale, on voit que la consolidation s'est faite, sous un angle à sinus antérieur assez prononcé (fig. 929).

Le 13 juin, sous le chloroforme, je sectionne les deux os, en faisant progresser le ciseau, suivant l'ancienne ligne de fracture oblique qui les réunit ; les

cals sont éburnés et très résistants. La solution de continuité une fois rétablie,

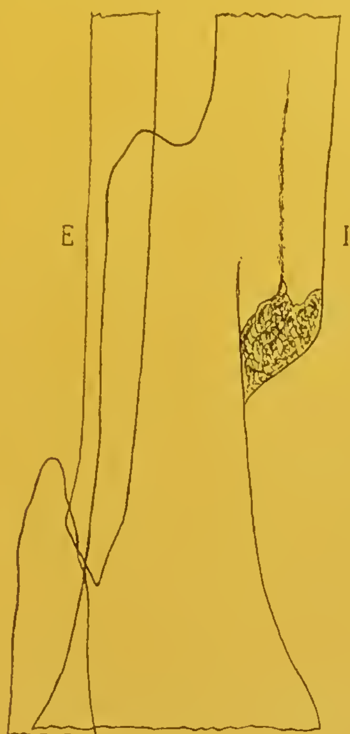


Fig. 928.

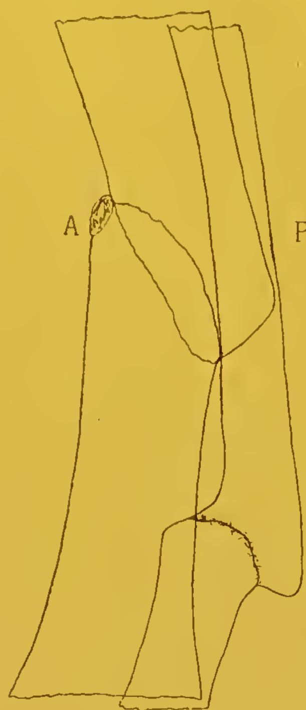


Fig. 929.

j'exerce des tractions sur le pied, pour remettre la jambe en bonne direction,

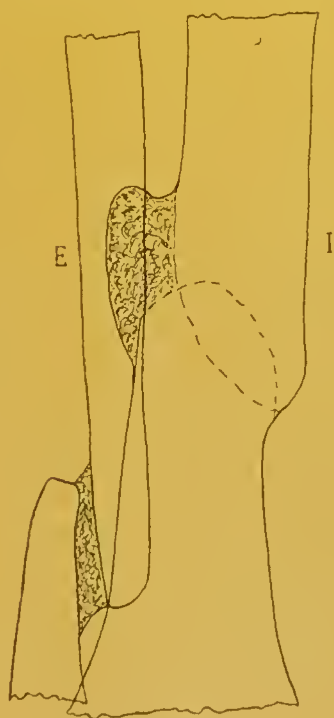


Fig. 930.

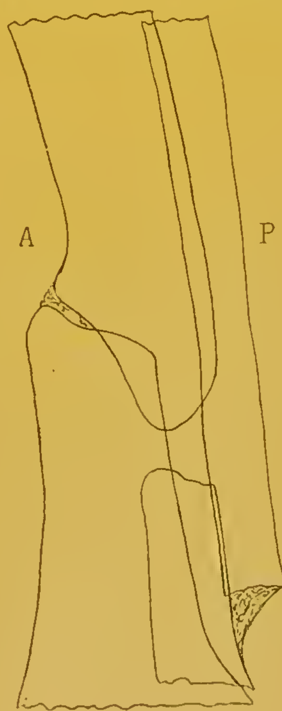


Fig. 931.

puis j'immobilise le membre, avec une gouttière plâtrée placée par-dessus

le pansement, et maintiens la traction jusqu'à solidification de l'appareil.

La consolidation se fait dans les conditions normales et, le 16 juillet, je supprime l'appareil.

De nouvelles radiographies sont prises, le 14 août : sur l'image antéro-postérieure, on remarque que la déviation en baïonnette persiste à un degré très faible et que les axes des deux fragments du tibia sont en bonne direction (fig. 930); de même l'étude de l'épreuve transversale indique la suppression à peu près complète de l'angulation antérieure, et le parallélisme sensible de l'axe des deux fragments du tibia (fig. 931). Le redressement est obtenu, mais le raccourcissement de la jambe reste toujours de 2 centimètres environ.

Le 3 septembre, le blessé quitte l'hôpital et rejoint son corps. Le cal est solide; le sujet boite à peine; toutefois les muscles du membre inférieur n'ont pas encore repris complètement leur volume.

Obs. IV. — D..., militaire réformé pour cal vicieux, consécutif à une fracture de la jambe gauche, survenue le 8 novembre 1893, dans une chute, en faisant de la voltige. Le membre fut immobilisé dans une gouttière plâtrée.

En avril 1894, M. le professeur Delorme pratiqua une ostéotomie sur le tibia

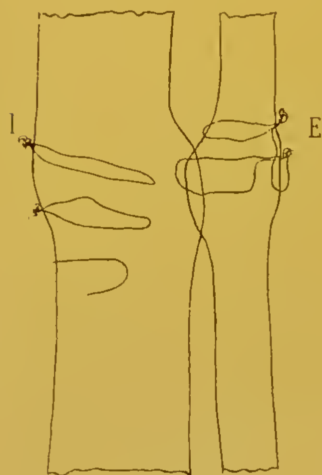


Fig. 932.

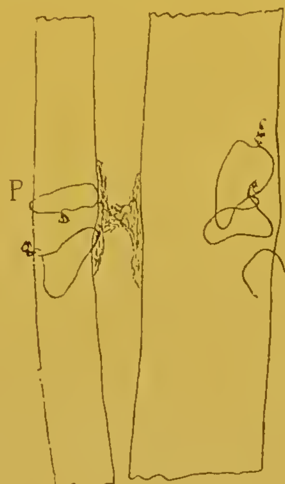


Fig. 933.

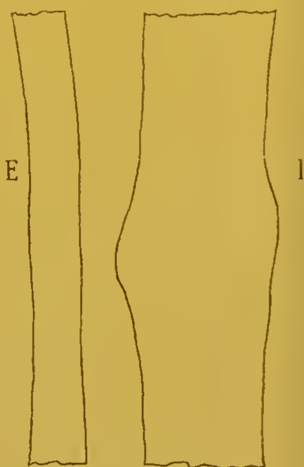


Fig. 934.

et le péroné, puis, après redressement, immobilisa les fragments au moyen de sutures au fil d'argent. Les plaies d'incision des partie molles se réunirent par première intention.

En mars 1895, une fistule se développa au côté interne de la jambe; elle était due à un fil d'argent mal toléré que l'on enleva. La plaie se ferma, puis s'ouvrit à nouveau en novembre; on essaya de retirer un second fil métallique, qui se cassa. Dans la suite, il y eut des alternatives d'ouverture et de fermeture de la fistule. Une seule fois est sortie une esquille du volume d'un grain de maïs.

Nous voyons le blessé le 14 janvier 1899. Il souffre au niveau du cal et une fistule se remarque vis-à-vis la partie inférieure de l'incision interne. C'est à ce moment que nous prenons une radiographie antéro-postérieure (fig. 932) et une transversale (fig. 933), et constatons que les fragments sont en excellente direction. On aperçoit plusieurs fils d'argent incrustés dans le cal, et on distingue celui qui a été cassé précédemment, au moment de la tentative d'extraction. Une légère travée d'ossification unit la face externe du tibia à la face interne du péroné.

Obs. V. — P..., maréchal des logis au 13e d'artillerie, a les deux jambes fractu-

rées dans un tamponnement de trains, le 5 août 1899. La fracture de la jambe droite est exposée; elle guérit en excellente direction, après immobilisation dans la gouttière en zinc de Delorme, ainsi que nous le constatons le 25 juin 1900 (fig. 934 et 935).

A gauche existe une pseudarthrose que M. le professeur Delorme traite par la suture des fragments au fil d'argent, le 2 novembre 1899. Nous prenons également deux radiographies de cette jambe, le 25 juin 1900; sur les plaques

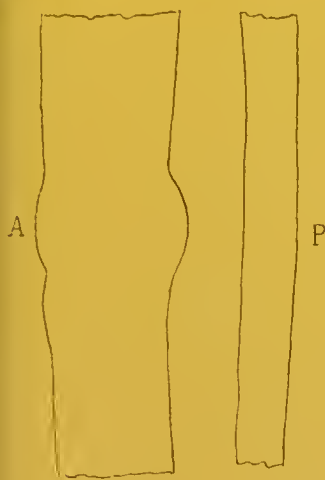


Fig. 935.

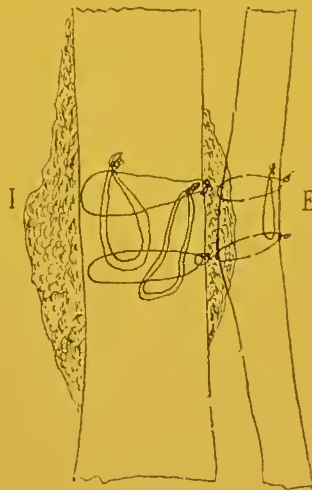


Fig. 936.

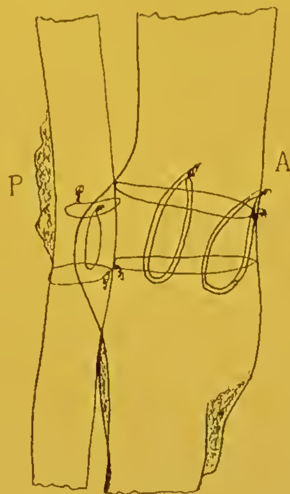


Fig. 937.

impressionnées, on voit les fils d'argent horizontaux et verticaux qui ont été placés, et sont parfaitement tolérés. L'image antéro-postérieure (fig. 936) montre un cal réunissant les fragments en bonne direction, tandis que l'épreuve transversale indique un léger angle à sinus postérieur (fig. 937). La marche se fait très bien et sans douleurs.

PATHOGÉNIE DES FRACTURES DE JAMBE

Nous pouvons être bref au sujet de la pathogénie des fractures de jambe, car le mécanisme des différentes variétés que l'on rencontre est aujourd'hui bien élucidé.

Les fractures isolées de la diaphyse péronière dont nous avons rapporté les observations, présentaient un trait de fracture, soit transversal, soit spiroïde; les premières avaient pour origine une cause directe; les secondes un mouvement de rotation du pied entraînant une torsion du péroné selon son axe vertical.

Les fractures isolées et incomplètes de la diaphyse tibiale, à trait transversal, oblique ou vertical étaient la conséquence d'un coup de pied de cheval ayant porté sur la face antéro-interne de la jambe, et produit ou non une plaie des téguments.

Les fractures complètes, transversales, simples ou en Y étaient également le résultat d'un choc direct.

Les fractures obliques simples, ou à trois fragments, étaient attribuées

par les blessés, à un choc direct, au passage d'une roue de voiture, à une chute avec cheval, la jambe étant prise sous le flanc de l'animal.

Comme cause de production des fractures spiroïdes, les blessés accusaient une chute de cheval, de bicyclette, du haut d'un mur, etc.

Le pied en rencontrant le sol avait dû se renverser en dedans, en même temps que sa pointe était entraînée du côté interne ; le tibia tordu dans le sens de son axe longitudinal se fracturait suivant une ligne spirale ou hélicoïdale, tandis que le péroné résistait, grâce à son élasticité. Dans une seule de nos observations, on voyait une longue fissure parcourant obliquement le fragment inférieur, sans atteindre l'articulation tibio-tarsienne ; elle résultait, suivant le mécanisme démontré par Tillaux, d'une pression latérale exercée par l'un des bords du fragment supérieur, sur le bord contigu de l'inférieur.

Les fractures transversales ou en Y, intéressant simultanément la partie moyenne du tibia et du péroné étaient de cause directe, comme les fractures transversales et isolées du tibia. Pour fracturer les deux os en même temps la force vulnérante avait eu plus d'intensité, ou bien, ainsi que le fait a été démontré à plusieurs reprises, le choc fracturait le tibia seul, et le blessé se cassait secondairement le péroné, en se relevant ou en marchant.

Les fractures des deux os, obliques simples ou à trois fragments étaient des fractures indirectes produites par l'un ou l'autre des mécanismes invoqués par Tillaux : flexion libre, ou flexion sur un point d'appui.

Enfin les fractures spiroïdes reconnaissant pour cause le mécanisme de torsion indiqué précédemment pour le tibia présentaient : tantôt une fracture également spiroïde du péroné dans laquelle la ligne de rupture prolongeait celle du tibia, la torsion ayant continué à agir après la fracture du tibia ; tantôt une solution de continuité plus ou moins transversale du péroné, ce dernier os s'étant brisé scondairement, pendant la chute du blessé, ou ses tentatives de relèvement et de marche.

TRAITEMENT DES FRACTURES DE JAMBE

Nous devons envisager successivement le traitement primitif de la fracture puis la thérapeutique des cals vicieux.

a) *Traitement primitif de la fracture.* — S'il s'agit d'une fracture incomplète, ou d'une fracture sans déplacement, de l'un ou des deux os, dans lesquelles la situation des fragments a été constatée, au moyen des signes cliniques ordinaires, ou mieux par la radiographie, il suffit de placer la jambe pendant trente à quarante jours dans une gouttière plâtrée, puis d'employer les différents agents de la thérapeutique physique, pour rendre aux articulations leur souplesse, et aux muscles, leur volume et leur vigueur.

S'il existe un déplacement transversal, par flexion, par rotation, ou par chevauchement des fragments, il faut commencer par le réduire, au moyen des manœuvres appropriées sur lesquelles nous n'avons pas à insis-

ter, en plaçant au besoin le blessé sous le chloroforme, pour obtenir la résolution musculaire. Une fois la réduction jugée obtenue cliniquement on applique une gouttière plâtrée et on maintient les tractions et les pressions nécessaires jusqu'à ce que l'appareil soit solidifié.

La radiographie a été faite avant toute intervention pour montrer le sens, la variété et l'étendue des déplacements; elle est pratiquée à nouveau le lendemain de l'application du plâtre, pour permettre de se rendre compte du résultat obtenu. Il est entendu que chaque fois l'on a pris deux radiographies dans deux plans perpendiculaires. Si la correction effectuée et maintenue pas l'appareil, est jugée bonne et suffisante, on n'a qu'à se comporter pour le traitement ultérieur, comme dans les cas de fractures sans déplacements primitifs.

Lorsqu'au contraire la réduction n'a pas été faite ou l'a été d'une façon insuffisante, il y a lieu d'enlever l'appareil, de reprendre les manœuvres de reposition, et de placer un nouvel appareil d'immobilisation.

Si, après cette deuxième intervention bien conduite, les rayons de Roentgen nous montrent encore un vice de position des fragments, on doit, sans plus tarder, procéder à la *réduction sanglante*, en découvrant les fragments.

Nous ne pouvons nous dispenser de dire maintenant quelques mots des *appareils de marche* dont certains chirurgiens, dans ces derniers temps, ont préconisé vivement l'emploi dans le traitement des fractures de jambe.

Nous avons eu recours à ces appareils, pour traiter quelques-uns de nos blessés, entre autres un homme atteint de fracture oblique (fig. 816 et 817) et un autre atteint de fracture spiroïde (fig. 886 et 887). Les fragments ne se soudèrent pas en rectitude, mais en conservant un certain déplacement, sans toutefois que le résultat obtenu fut plus mauvais que celui que donne le traitement par la gouttière plâtrée et le repos au lit, dans les cas de ce genre.

Il s'agit là d'un mode de traitement que nous avons l'intention de reprendre à l'occasion; le but en est louable, les moyens en sont simples et les résultats satisfaisants.

Avec les appareils de marche, le blessé est en état de quitter le lit, de dix à quinze jours après sa fracture ; en exerçant dans une certaine mesure les muscles du membre, il évite leur atrophie, ainsi que l'enraidissement des articulations; en outre il n'est pas improbable que les alternatives de congestion par stase veineuse, auxquelles est soumis le cal, pendant les périodes de station verticale, ne puissent, d'après les idées de Bier exercer une inflence favorable sur sa formation.

Faisons remarquer également que la déambulation peut permettre au fracturé de vaquer à certaines occupations professionnelles : il peut se rendre à un bureau, aller exercer une surveillance, etc.; ce point de vue purement utilitaire n'est pas à négliger.

Ce n'est plus là de la déambulation à la *Seutin*, qui perchait ses fracturés sur la jambe saine et sur deux béquilles, de façon à leur permettre de quitter le lit et de se promener dans les cours et jardins de l'hôpital.

Avec les appareils actuels, le malade appuie réellement sur ses deux jambes, et s'aide d'une canne pour marcher. Nous appliquons aux fracturés les principes de prothèse en usage pour les amputés. Seulement ces derniers ont besoin d'un appareil permanent et définitif qu'il est avantageux de faire construire en cuir, bois et fer, par un spécialiste, tandis que les premiers peuvent se contenter d'un appareil de durée restreinte, que le chirurgien devra pouvoir confectionner de toutes pièces, facilement et à peu de frais.

Voici comment nous comprenons le traitement des fractures de jambe par la déambulation, traitement qui trouve à plus forte raison son emploi pour les fractures du pied et du cou-de-pied.

Dès l'arrivée à l'hôpital, le blessé est radiographié, puis la fracture est réduite par les manœuvres externes appropriées ou au moyen de l'intervention sanglante ainsi que nous l'avons dit ci-dessus. La réduction obtenue est maintenue par une gouttière plâtrée postérieure embrassant le pied, la jambe et le genou, suivant les préceptes classiques. De nouvelles radiographies permettent de se rendre compte que la position des fragments est bonne.

Suivant la nature et la variété de la fracture, on laisse le malade dans le décubitus dorsal, pendant dix à quinze jours, jusqu'à ce que la tuméfaction du membre ait régressé dans sa plus grande partie. A ce moment on va appliquer l'appareil de marche, par dessus l'appareil de contention représenté par la gouttière primitive, qu'il va falloir renouveler ou modifier, car le principe essentiel de la méthode de déambulation réside dans l'indépendance absolue de l'appareil de contention et de l'appareil de marche. C'est là le point important qui a été négligé par certains chirurgiens et qui est peut-être la cause des mécomptes qu'ils ont obtenus.

Voyons d'abord comment est constitué l'apareil de déambulation puis nous dirons ensuite, comment il se relie à l'appareil de contention modifié.

L'appareil de déambulation est formé par deux attelles verticales à la fois légères et résistantes, qui peuvent être en bois ou en métal. Ces attelles qui s'appliquent sur les faces latérales de la jambe brisée, se réunissent à leur partie inférieure, en constituant un étrier qui doit rester à quelques centimètres de la partie plantaire de la gouttière de contention, de façon que le membre soit suspendu pendant la marche.

Par leur extrémité supérieure étalée et légèrement évasée en dehors, les attelles viennent s'appliquer sur les tubérosités latérales du tibia, au moyen d'un collier circulaire plâtré.

Mais les faces latérales du chapiteau tibial sont déjà recouvertes par les côtés de la gouttière plâtrée de contention. Si nous prenons point d'appui sur cette dernière avec l'appareil de marche qu'arrivera-t-il? Elle sera entraînée vers le haut, pendant la station sur l'étrier, et risquera en produisant dans le foyer de fracture une pression de bas en haut, d'amener un déplacement des fragments. On pourrait obvier à cet inconvénient de deux façons différentes : ou bien en sectionnant la gouttière de contention au niveau des malléoles, laissant libre le pied qui assurerait par son poids, l'extension pendant la station verticale ; ou bien la gouttière de contention s'arrêterait au

niveau du quart supérieur de la jambe, laissant libre le chapiteau tibial ; la jambe serait supendue par sa partie supérieure dans l'appareil de marche, et ses trois quarts inférieurs maintenus dans l'appareil de contention, feraient de l'extension verticale par leur propre poids.

En adoptant l'une ou l'autre de ces modifications, nous allons à l'encontre d'un précepte classique de traitement, qui nous dit qu'il faut immobiliser l'articulation sus et sous-jacente à la diaphyse facturée, et nous risquons de voir des déplacements se produire sous l'appareil de contention.

Que faire alors? Il suffit tout simplement au moment où l'on remplace la gouttière de contention primitive, devenue trop large pour le membre dégonflé, de confectionner celle-ci en deux segments, tout en lui conservant sa forme et sa longueur primitives.

La gouttière taillée et imprégnée de plâtre sera sectionnée transversalement, au point correspondant au commencement de l'évasement du chapiteau tibial. La partie inférieure pédieuse et jambière sera d'abord appliquée; puis la face externe de son bord supérieur, sur une hauteur de 5 à 6 centimètres sera recouverte par un ou deux tours de bande huilée, et dans cette étendue on fera l'imbrication du segment supérieur de la gouttière sur l'inférieur. L'appareil une fois sec, il suffira de tirer obliquement la partie huilée de la bande, pour la dégager, et les deux segments resteront indépendants, l'inférieur glissant sous le supérieur.

Nous pourrons alors sans aucun inconvénient, prendre point d'appui avec le collier plâtré de l'appareil de marche sur la partie de l'appareil de contention recouvrant les tubérosités du tibia. Lorsque sous l'influence du poids du corps le segment supérieur de la gouttière sera refoulé vers le haut par l'appareil de déambulation, la segment inférieur glissant en bas sous le poids du pied et de la jambe, assurera l'extension et la rectitude de cette dernière.

L'appareil de déambulation scellé aux condyles du tibia par un collier plâtré supérieur sera maintenu en bas au contact de la jambe au moyen d'une couche de ouate et de quelques tours de bande sèche, embrassant la région sus-malléolaire et les tuteurs latéraux de l'appareil.

Ultérieurement lorsque la consolidation avancera, vers le trentième jour par exemple, on pourra dégager successivement le genou, puis le pied et le cou-de-pied, en sectionnant la gouttière de contention, au niveau de l'interligne fémoro-tibial, et au-dessus des malléoles et en enlevant les segments sus et sous-jacents aux lignes de section. Les articulations du genou et du cou-de-pied rendues libres se déraidiront spontanément. Ce n'est qu'une fois la consolidation constatée, vers le quarante-cinquième ou le cinquantième jour, selon le type de la fracture, qu'on enlevera tout appareil pour permettre l'appui direct sur la plante du pied.

Afin de rendre possible la marche avec l'appareil de déambulation que nous venons de décrire, il faut naturellement surélever le membre sain, en plaçant sous le pied, une semelle de bois ou de liège d'épaisseur suffisante.

Quels sont les types de fractures de jambe qui semblent susceptibles de donner de bons résultats, avec le traitement par la déambulation ?

Ce sont tout naturellement celles qui fournissent de bons cals avec les appareils ordinaires ; c'est-à-dire les fractions incomplètes ou complètes n'intéressant qu'un seul des os de la jambe, et les fractures transversales ou peu obliques des deux os, à condition qu'elles soient bien réduites préalablement. En un mot, le traitement par la déambulation n'a pas la prétention de donner des cals plus réguliers que ceux que l'on obtient, par le décubitus prolongé et les appareils habituels d'immobilisation, mais il peut les produire tout aussi bons, et il a l'avantage de conserver la vigueur des muscles et la souplesse des articulations.

b) *Traitement des cals vicieux.* — Sur la totalité des fractures complètes des deux os de la jambe consolidées depuis plus ou moins longtemps que nous avons eu l'occasion de radiographier, nous avons, ainsi que nous l'avons déjà dit, rencontré un faible nombre de cals ayant une forme et une direction à peu près parfaites, comparativement à la fréquence des cals vicieux.

Ces derniers peuvent se classer de la façon suivante, au point de vue de la forme et de la direction des fragments :

1° *Cals en baïonnette.* — Ils résultent d'un déplacement suivant l'épaisseur, simple ou compliqué de chevauchement des fragments ; ce sont les plus communs.

2° *Cals avec chevauchement et rotation persistants.* — L'un des plus typiques qu'il nous a été donné d'observer, provient d'une fracture de jambe traitée par l'appareil à extension de Hennequin (fig. 848 et 849).

3° *Cals angulaires.* — Les fragments dessinent un angle à sinus plus ou moins prononcé, dans le plan sagittal ou dans le plan frontal, ou dans les deux directions simultanément. Souvent un cal qui se montre angulaire dans l'un des plans de projection radiographique, revêt une forme en baïonnette dans le plan perpendiculaire ; nous en avons rapporté plusieurs exemples.

Si nous considérons les résultats fonctionnels obtenus chez les blessés présentant ces cals imparfaits quant à la forme, nous allons voir que toutes les variétés observées ne sont pas au même point défectueuses. Evidemment il est bien entendu que si l'on peut dans le traitement des fractures de jambe, obtenir, par les appareils et au besoin l'intervention sanglante, la solution élégante, c'est-à-dire rendre au membre à la fois et la forme et la fonction, ce sera là l'idéal, mais souvent il faudra se contenter de la solution pratique qui donnera la fonction avec une forme imparfaite, laissant subsister un déplacement ou un raccourcissement légers.

L'étude des résultats fonctionnels doit être la base qui nous servira à poser les indications du traitement opératoire du cal vicieux.

Le cal en baïonnette ne gêne en rien la marche, à moins que le chevauchement et le raccourcissement qui en résulte ne soient très prononcés et produisent une boiterie accentuée, difficilement corrigible par la surélévation du talon de la chaussure ; mais il faut pour qu'il en soit ainsi, que le cal en baïonnette soit simple, non associé à une angulation ou a une rotation des

fragments. En effet le cal en baïonnette pur représente un système de poutres parallèles, constituées par les fragments supérieurs et inférieurs du tibia et du péroné, réunies par travées intermédiaires. Que la baïonnette ait une direction transversale, ou antéro-postérieure, peu importe ; les condition statiques de la jambe sur le pied et de ce dernier par rapport au sol, ne sont en rien altérées. La présence de ce cal ne commande donc aucune intervention opératoire.

Le cal angulaire, soit dans le plan frontal, soit dans le plan sagittal est beaucoup moins satisfaisant. Le pied au repos se trouve renversé en dedans ou en dehors, placé en équin ou en varus, suivant le sens de l'angulation du cal de jambe ; il ne peut se mettre à plat sur le sol, qu'en prenant une position forcée ; la marche est gênée par suite des tiraillements anormaux qui se produisent sur les ligaments et les tendons de l'une ou l'autre face du cou-de-pied, ou du genou. Les blessés sont sujets aux entorses, aux hydarthroses, et viennent spontanément réclamer les secours de la chirurgie.

La dernière déformation caractérisée par la rotation de la pointe du pied en dedans ou en dehors, s'associe généralement avec un cal angulaire ou en baïonnette. Par elle-même elle gêne la marche, quand elle est un peu prononcée et peut nécessiter une ostéotomie destinée à corriger la rotation.

Comment doit-on pratiquer l'ostéotomie dans les cals angulaires ou par rotation ?

S'il y a simplement rotation, il suffit de pratiquer une ostéotomie linéaire au niveau du cal, et de ramener la pointe du pied en situation normale, en imprimant aux fragments inférieurs des os de la jambe, une certaine rotation en dedans ou en dehors sur les supérieurs, puis d'assurer la consolidation dans cette nouvelle position.

Nous avons été amené à pratiquer chez trois blessés l'ostéotomie, pour redresser et corriger, dans la limite du possible, des déviations angulaires.

Dans le premier cas (fig. 920 et 921) où il s'agissait d'un cal angulaire simple, il a suffi de pratiquer une section transversale des os, pour pouvoir ensuite redresser le membre, et lui rendre sa forme, puis ultérieurement sa fonction.

Dans le second cas (fig. 924 et 925), il n'existait également que de l'angulution, et l'ostéomie pratiquée, en suivant les anciens traits de la fracture, nous permit de restaurer, à peu près complètement, à la fois la forme et la fonction de la jambe.

Le troisième (fig. 928 et 929) se présentait un peu différemment ; le cal angulaire s'associait cette fois à un cal en baïonnette. Comme notre but était simplement de rétablir la fonction, nous nous sommes borné à sectionner les cals du tibia et du péroné, puis à disposer les fragments des deux poutres en parallélisme, et à assurer leur consolidation dans cette nouvelle position ; nous avons en un mot combattu l'angulation et laissé subsister un cal en baïonnette, avec son raccourcissement produit par le chevauchement. Pendant l'intervention, nous avons toutefois tenté de replacer les fragments osseux bout à bout, mais nous n'avons pu y parvenir, par suite de la rétrac-

tion des tissus fibro-musculaires de la jambe, car la fracture datait de sept mois. Pour obtenir la réduction des fragments, il eut fallu réséquer une certaine longueur de chacun d'eux, mais le raccourcissement eut été le même et le résultat fonctionnel n'aurait pas été meilleur. Après l'intervention, le sujet a pu continuer son service militaire.

L'ostéotomie faite et la reposition des fragments en situation favorable effectuée, je me suis contenté, dans ces trois observations, pour assurer le maintien en place des extrémités osseuses, jusqu'à consolidation, d'appliquer une gouttière plâtrée, sans pratiquer de ligature ou de suture osseuse. Les ligatures ou sutures métalliques ne sont pas toujours faciles à bien placer, et en outre elles nous semblent, dans des cas analogues, inutiles et parfois même nuisibles. Nous avons eu en effet l'occasion de relater précédemment l'histoire d'un blessé atteint de cal vicieux, qui fut ostéotomisé et suturé par M. le Professeur Delorme. Malgré l'habileté et l'expérience du chirurgien, et quoique les plaies cutanées se fussent réunies par première intention, le sujet élimina, un an plus tard, un des fils métalliques placés sur le tibia, et quatre ans ensuite, il présentait encore, au niveau de la face interne de la jambe, une fistule conduisant dans le foyer traumatique.

2° Lésions du squelette de la jambe, par armes à feu.

Obs. I. — F..., enseigne de vaisseau, fut atteint à la jambe, en janvier 1898, par un coup de fusil chargé avec du plomb n° 4. Le péroné fut fracturé à sa partie supérieure; on enleva immédiatement quelques esquilles libres, et un certain nombre de grains de plomb. Sur la radiographie antéro-postérieure



Fig. 938.



Fig. 939.

(fig. 938) obtenue en avril 1898, on voit une grande quantité de plombs répartis et enkystés dans les tissus du tiers supérieur de la jambe, où ils sont parfaitement tolérés. Le péroné présente une perte de substance, au niveau de la partie externe de son col. Le nerf sciatique poplité externe n'était pas lésé.

Obs. II. — H..., ancien militaire, a eu la partie inférieure du péroné droit fracturée par une balle, en 1870. Le projectile a pénétré de dehors en dedans, et

a été extrait au bout de quarante jours. Lorsque nous l'examinons, le 5 octobre 1901, il existe une cicatrice cutanée adhérente, et l'on ne sent cliniquement aucune déformation osseuse appréciable. Sur la plaque impressionnée transversalement (fig. 939), on reconnaît les traces d'une ancienne fracture du péroné, englobée dans un cal fusiforme.

Obs. III. — H..., lieutenant d'artillerie de marine, fut atteint à la jambe droite, le 1er mai 1898, au Soudan, par une balle Winchester. Le projectile a pénétré en arrière, vers le tiers inférieur du membre, au niveau du bord externe du tendon d'Achille, et est sorti sur la face antéro-interne du tibia. Le péroné se serait fracturé secondairement, pendant une tentative de marche. L'étude des épreuves

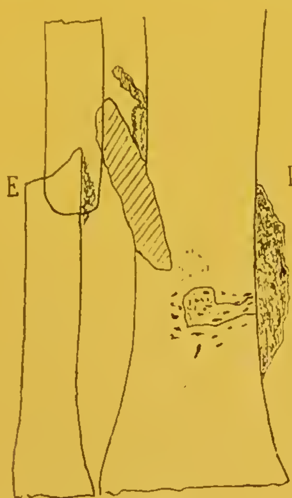


Fig. 940.

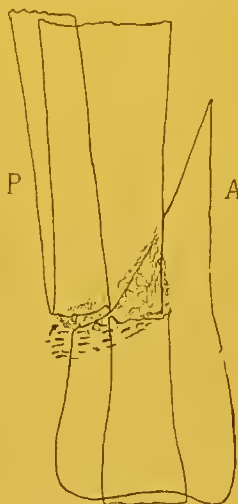


Fig. 941.

faites, le 1er août 1898, montre que le tibia a été fracturé obliquement, et le péroné à peu près transversalement; les fragments inférieurs des deux os sont déplacés en avant; des ossifications se voient au niveau de l'espace interosseux; des particules de plomb tapissent le foyer traumatique (fig. 940 et 941). La plaie de sortie n'est pas complètement cicatrisée, et la marche reste difficile et douloureuse.

Obs. IV. — L..., lieutenant d'infanterie coloniale, fut atteint, le 26 avril 1900, à Madagascar, au niveau du tiers moyen de la jambe gauche, par un fragment de fonte, lancé à 20 mètres environ de distance, par un fusil. Le trajet de la blessure était antéro-postérieur, et le projectile faisait saillie au niveau de l'orifice de sortie, d'où il fut facilement extrait. Au bout de quinze jours, on a enlevé des esquilles, et il en est sorti pendant deux mois. Six mois après la blessure, on fit un nettoyage du foyer traumatique qui continuait à suppurer. Actuellement, il persiste une petite fistulette, à la face antérieure de la jambe. Les muscles du membre inférieur sont notablement atrophiés. Deux radiographies sont prises, le 1er mars 1901 ; elles indiquent que les deux os sont consolidés irrégulièrement, en formant un léger angle à sinus externe et postérieur (fig. 942). Le tibia a été fracturé en X, avec deux grandes esquilles latérales ; le péroné a subi une perte de substance, et ses deux fragments sont réunis par un arc osseux (fig. 943). Un cal commun semble fusionner les quatre extrémités osseuses, et sur ce cal on distingue des parties plus transparentes.

Obs. V. — X..., ancien militaire, présente de l'ostéomyélite chronique de la métaphyse supérieure du tibia, suite de coup de feu par balle, en 1870. Une fis-

tule s'ouvre et se ferme alternativement et donne issue à de petits séquestres.

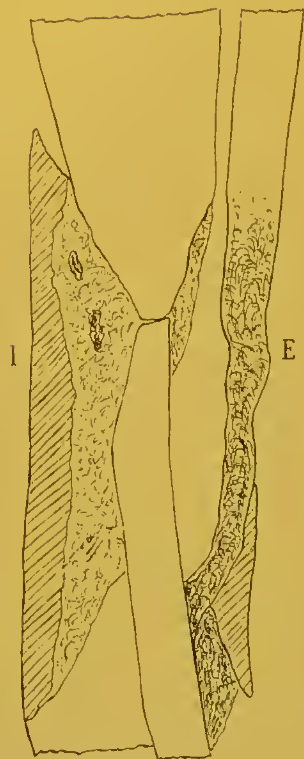


Fig. 942.

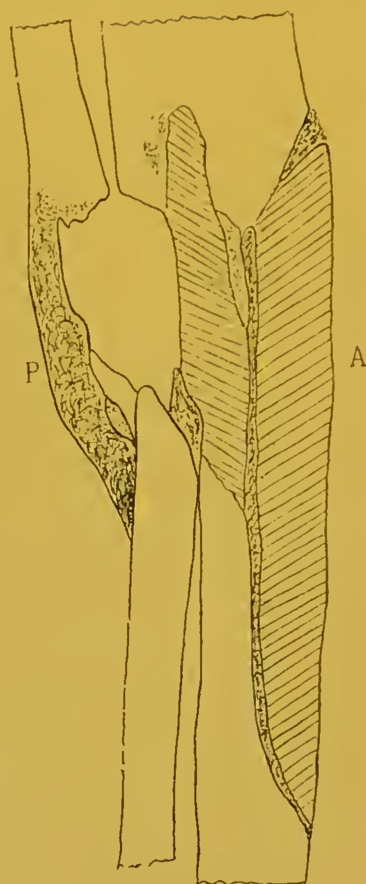


Fig. 943.

Sur l'image transversale, prise en 1898 (fig. 944), on constate que l'extrémité



Fig. 944.



Fig. 945.

supérieure du tibia est augmentée de volume ; des lacunes plus transparentes, au niveau de la partie moyenne de la métaphyse, indiquent la présence de foyers

d'ostéomyélite centrale; de petites parcelles de plomb sont incrustées dans le tissu osseux.

Obs. VI. — P..., ancien militaire, cinquante-deux ans, a reçu, en 1870, un coup de feu à la jambe gauche. La balle a traversé, d'avant en arrière, et de dedans en dehors, la partie supérieure du membre; elle fut tirée à 50 mètres environ. Depuis cette époque, le sujet est atteint d'ostéomyélite de l'extrémité supérieure du tibia, qui a déjà nécessité deux interventions opératoires. En octobre 1901, il n'existe plus de fistule et les mouvements du genou sont libres. Sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 945), on constate la présence d'un petit foyer d'ostéomyélite, dans la partie supérieure du tibia; des ossifications périostiques rendent un peu irrégulier le contour de la partie supérieure du péroné; une travée osseuse réunit les deux os vers le quart supérieur de l'espace interosseux (fig. 946). De petits fragments de plomb sont incrustés dans les tissus.

3° Corps étrangers de la jambe, d'origine externe. — Dans un cas, il s'agissait d'une aiguille ; dans les autres, de plombs ou de balles.

Obs. I. — G..., fillette de cinq ans, s'est introduit accidentellement une aiguille, dans le côté externe de la jambe, le 19 février 1899. Un médecin, appelé

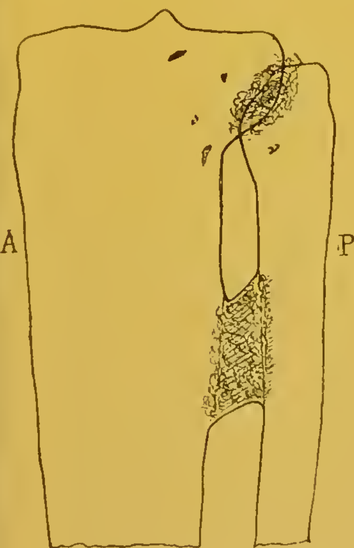


Fig. 946.

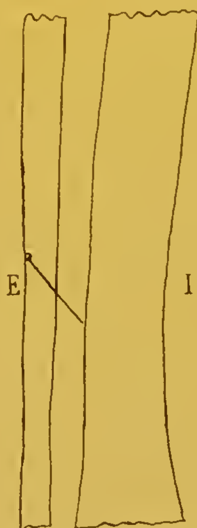


Fig. 947.

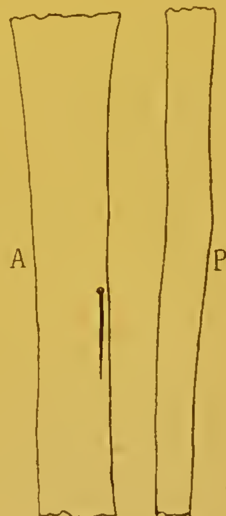


Fig. 948.

par la famille, pratiqua, sans résultat, une incision au niveau de l'orifice d'entrée. Le 24 février, je prends deux radiographies, dans deux plans perpendiculaires (fig. 947 et 948); elles me montrent que l'aiguille se trouve appliquée contre la face antérieure du péroné, qu'elle croise obliquement; son chas est dirigé en haut et sa pointe déborde vers l'espace interosseux. Je la repère ainsi en profondeur. En hauteur, son extrémité supérieure se trouve à 2 centimètres environ, au-dessous de l'orifice d'entrée, dont on reconnaît la situation sur la peau, par la présence d'une ombre formée sur la plaque, par de la poudre d'iodoforme qui tapisse la plaie d'incision pratiquée antérieurement. Je prends également deux épreuves stéréoscopiques dont l'examen confirme la position que j'ai assignée précédemment à l'aiguille.

Sur la demande de la famille, je tente l'extraction du corps étranger; je pratique, sur la face antérieure de la jambe, une incision verticale, dont le milieu

répond à la partie moyenne de l'aiguille : je pénètre entre le jambier antérieur et l'extenseur propre du gros orteil, et arrive jusqu'au ligament interosseux, sans rien rencontrer. Ne voulant pas dissocier les muscles et produire des dégâts trop considérables, j'arrête les recherches et referme la plaie.

Obs. II. — R..., 12e d'artillerie, a reçu, il y a sept mois, à bout portant, un coup de carabine Flobert chargée à plomb. L'orifice d'entrée se trouve à la par-



Fig. 949.

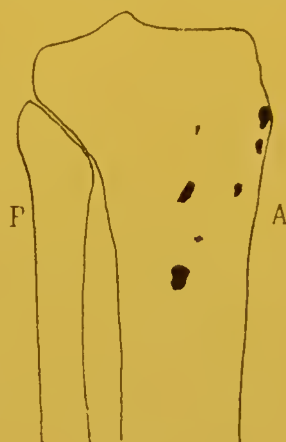


Fig. 950.

tie antérieure et supérieure de la jambe. Les plombs ont glissé sur le tibia et se sont éparpillés ou incrustés sur ses faces antérieure et latérale, sans le fracturer (fig. 949 et 950).

Obs. III. — C..., rédacteur au ministère, en mettant son pardessus, fit tomber un révolver placé dans une des poches; un coup partit, et la balle pénétra au niveau de la région supéro-externe de la jambe droite; il n'y avait pas d'orifice de sortie. Le lendemain de l'accident, le 23 juin 1900, je repérai le projectile, au



Fig. 951.



Fig. 952.

moyen de deux épreuves prises dans deux plans perpendiculaires (fig. 951 et 952). La balle se trouvait à quatre centimètres, au-dessous de l'interligne articulaire fémoro-tibial, à la rencontre de deux plans, l'un tangent au bord postérieur du péroné, l'autre passant d'avant en arrière par le milieu du tibia. Sur ces indications, M. Nimier pratiqua une incision sur la face postérieure de la jambe et trouva facilement le corps étranger.

Obs. IV. — B..., gardien de prison, reçut à 50 centimètres de distance une balle tirée par un révolver du commerce, calibre 9, laquelle pénétra la jambe d'avant en arrière. La situation du projectile fut repérée, en mars 1901, au moyen de deux radiographies prises dans deux plans perpendiculaires (fig. 953 et 954), après avoir saupoudré l'orifice d'entrée avec de la poudre d'iodoforme. L'étude des épreuves indiquait que le projectile avait suivi un trajet oblique



Fig. 953.



Fig. 954.

d'avant en arrière et un peu de bas en haut, traversant l'espace interosseux pour venir se loger entre les deux jumeaux. Il avait dû frapper tangentiellement l'un des deux os de la jambe, sans le fracturer; mais à ce contact, un fragment de la masse de plomb s'était détaché et était resté dans la loge des muscles antérieurs de la jambe.

Après la localisation radiographique, on put sentir par la palpation, la balle, à la face postérieure du mollet, et une incision pratiquée à ce niveau permit immédiatement de l'extraire. Le petit fragment de plomb logé dans la partie antérieure du trajet, fut laissé en place.

4° Moignons d'amputation de jambe. — Nous avons radiographié un certain nombre de moignons d'amputation de la jambe, au lieu d'élection; les uns étaient bons, les autres quelque peu défectueux.

Obs. I. — G..., 101e de ligne, fut amputé de la jambe, au lieu d'élection, le 22 avril 1901, par M. Mignon, pour des lésions tuberculeuses du pied. L'opération fut faite par le procédé circulaire et la réunion de la manchette eut lieu dans le sens antéro-postérieur. Les images antéro-postérieure (fig. 955) et transversale (fig. 956) ont été prises le 11 juin 1901; elles montrent un moignon excellent.

Obs. II. — M..., militaire retraité, fut amputé de la jambe droite, un peu au-dessous du lieu d'élection, par le procédé du lambeau externe, pour athrite tibio tarsienne. Les épreuves antéro-postérieure (fig. 957) et transversale (fig. 958) obtenues plusieurs mois plus tard, permettent de constater que le moignon est bien capitonné; une exostose s'est développée sur le flanc interne du tibia, près de l'extrémité de l'os; elle ne gêne en rien le sujet.

Obs. III. — C..., militaire retraité, a subi l'amputation de la jambe, au lieu d'élection, le 25 juillet 1881. Il était atteint d'ostéomyélite chronique du tibia,

consécutive à un coup de feu de la jambe, en 1870. Le procédé employé fut le circulaire, à fente postérieure. Une radiographie transversale fut faite, le 2 juillet 1900 (fig. 959); nous n'avons pas pris d'épreuve antéro-postérieure, car le



Fig. 955.

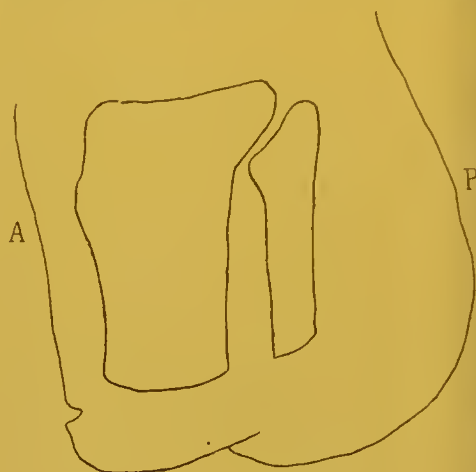


Fig. 956.

blessé ne pouvait allonger son moignon qui était immobilisé en flexion par la rétraction des muscles postérieurs.

On voit un péroné grêle, accolé à un tibia volumineux et hyperostosé, dont

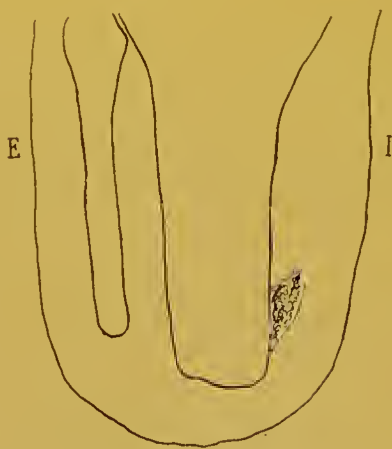


Fig. 957.

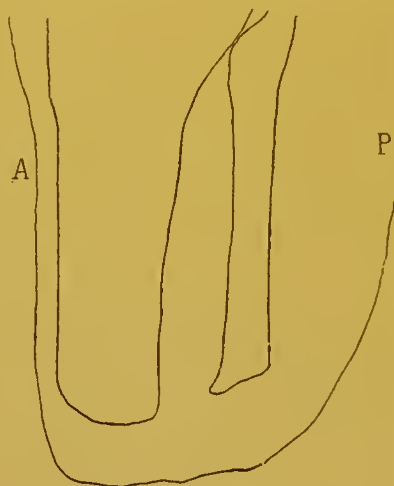


Fig. 958.

l'extrémité inférieure un peu étalée, en forme de champignon, se trouve mal garnie par les parties molles. Sous l'influence de la rétraction des muscles de la patte d'oie, le tibia fléchi a subi dans l'articulation du genou, un mouvement de rotation en dedans, et le péroné est devenu beaucoup plus antérieur que normalement.

Obs. IV. — B..., 115e de ligne, eut le pied écrasé, dans la chute d'une passerelle à l'Exposition, le 29 avril 1900. Le 11 mai, M. Mignon pratiqua l'amputation de la jambe, au lieu d'élection, par le procédé circulaire. La réunion se fit par seconde intention, et le moignon suppura jusque vers la fin de septembre. Sur les images antéro-postérieure et transversale (fig. 960 et 961), obtenues le

26 octobre 1900, on remarque que l'extrémité du tibia n'est pas très bien garnie

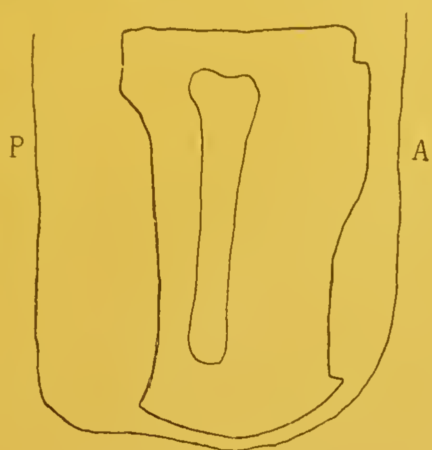


Fig. 959.

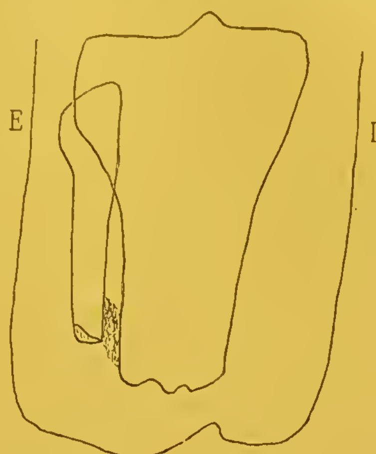


Fig. 960.

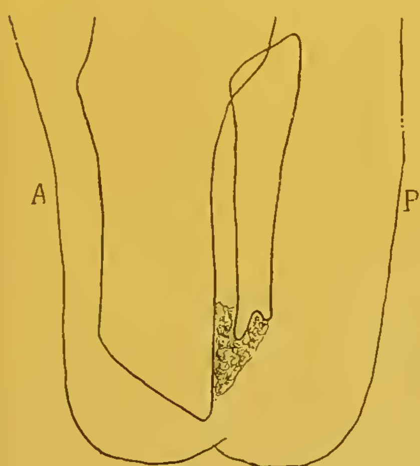


Fig. 961.

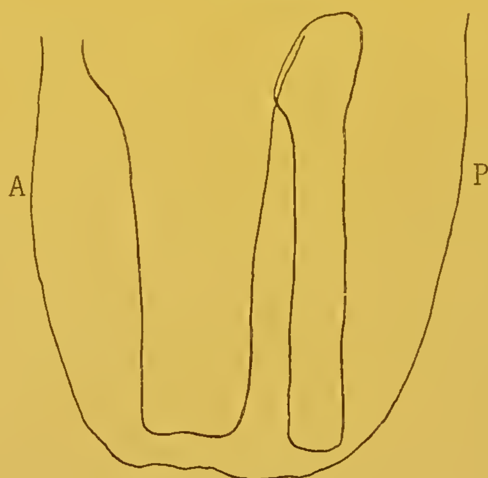


Fig. 962.

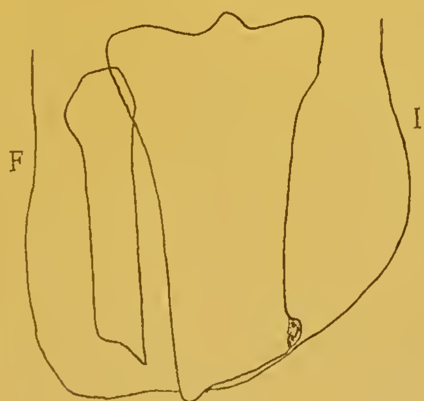


Fig. 963.



Fig. 964.

par les parties molles ; un pont osseux néoformé réunit les extrémités du tibia et du péroné.

Obs. V. — C..., médecin de marine, a été amputé des deux jambes, au lieu d'élection. Il était atteint de gangrène des extrémités inférieures, causée par de l'endartérite. La radiographie antéro-postérieure des deux moignons fut prise le 18 novembre 1898. Le moignon gauche est bon, quoique assez peu matelassé à son extrémité (fig. 962) ; le moignon droit au contraire est conique, et son extrémité est ulcérée (fig. 963).

Obs. VI. — M..., 5e génie, a eu les deux pieds écrasés par les roues d'un train, le 23 juin 1898. L'amputation des deux jambes au lieu d'élection fut pratiquée le



Fig. 965.

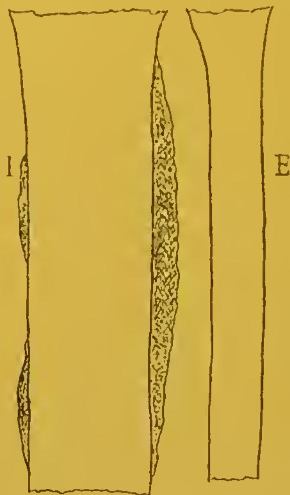


Fig. 966.

jour même. A droite, le moignon est bon (fig. 964), à gauche, il est conique et le tibia fait saillie à travers les téguments (fig. 965).

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques

a) Périostite d'effort du tibia.

Obs. I. — D..., 103e de ligne, présente, sur la face interne des deux tibias, des placards d'ossification périostique, qui se sont développés, il y a trois mois environ, et dont le malade rapporte l'origine aux fatigues des marches d'épreuve. Il n'a jamais eu ni syphilis, ni rhumatisme, ou autre affection. Le 17 août 1901, nous examinons, aux rayons de Roentgen, le tibia gauche, qui est le plus atteint. Sur l'image antéro-postérieure (fig. 966) on voit nettement des plaques d'apposition périostique, sur la face interne, et surtout sur la face externe du tibia; les couches néoformées se distinguent nettement de l'os diaphysaire sous-jacent.

Les lésions constatées nous ont semblé ressortir à la *périostite d'effort*, décrite par le médecin militaire allemand Düms, dans son livre sur les maladies chirurgicales du soldat. Cette affection est assez fréquente chez les recrues ; elle est due à ce que les muscles font un effort trop considérable, pour le travail à accomplir. Il en résulte un engorgement par stase veineuse de tout le membre, qui disparaît par le repos, mais qui peut devenir chronique, par la répétition de la cause. Le périoste ainsi irrité par les tiraille-

ments répétés qui sont exercés à sa surface par les insertions musculaires et les connexions aponévrotiques, finit par s'enflammer chroniquement et produire de l'os.

b) Hyperostose d'origine syphilitique.

Obs. I. — L..., 31e d'artillerie, a reçu en février 1900, un coup de pied de cheval, à la jambe gauche. Il n'y a eu ni plaie, ni gonflement appréciable du tibia, et le blessé a continué son service. Le sujet est, depuis trois ans, en puissance de syphilis. Sur les radiographies antéro-postérieure (fig. 967) et transversale (fig. 968) prises le 10 août 1900, on constate une tuméfaction

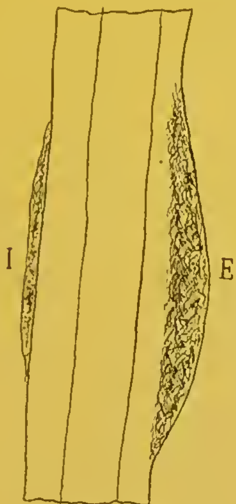


Fig. 967.

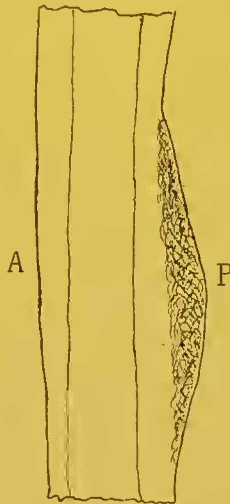


Fig. 968.

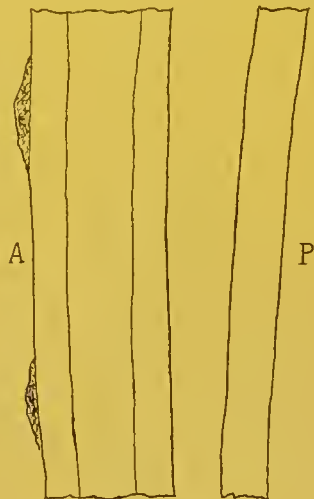


Fig. 969.

localisée à la partie moyenne du tibia, sans altérations du canal médullaire. La lésion ressemble à un cal fusiforme.

Y a-t-il eu une fêlure, ou une fracture transversale et incomplète du tibia produite par le traumatisme, ou bien le périoste contus a-t-il réagi plus que normalement, sous l'influence de la diathèse syphilitique ?

c) Ostéo-périostite d'origine typhoïdique.

Obs. I. — S..., élève officier à Saint-Maixent, a eu la fièvre typhoïde, en septembre 1899. A la fin d'octobre, il se développa deux points de périostite sur la face interne du tibia gauche ; il semblait exister de la fluctuation au niveau du foyer inférieur. L'examen d'avant en arrière, pratiqué le 5 mars 1900, montra deux saillies d'ossification périostique, sur la face interne du tibia (fig. 969).

Obs. II. — B..., militaire retraité, a eu, dans le décours d'une fièvre typhoïde, en juillet 1873, une ostéo-périostite suppurée du péroné droit, qui nécessita la résection de 18 centimètres de la diaphyse de l'os, en novembre de la même année. Pendant un séjour à Bourbonne, l'année suivante, il sortit une petite esquille au niveau de l'extrémité supérieure du péroné. Le nerf sciatique poplité externe a dû être lésé, car il s'est développé un pied-bot paralytique varus-équin, et le sujet marche avec un pilon, le genou en flexion. Sur la radiographie antéro-postérieure que nous prenons, en 1898, nous constatons qu'il n'y a pas eu reproduction de la partie réséquée du péroné, et que les deux

extrémités de l'os ne sont réunies que par une chaînette de noyaux osseux insignifiants (fig. 970).

d) Ostéites infectieuses.

Obs. I. — L..., 1er cuirassiers, a reçu un coup de pied de cheval, sur la face antérieure du tibia droit, il y a dix-huit mois ; il y eut une plaie des parties molles qui se ferma au bout de six semaines. Cinq mois plus tard, en octobre 1899, le

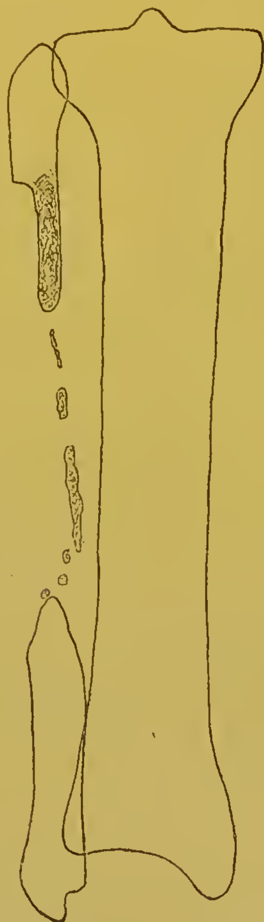


Fig. 970.



Fig. 971.

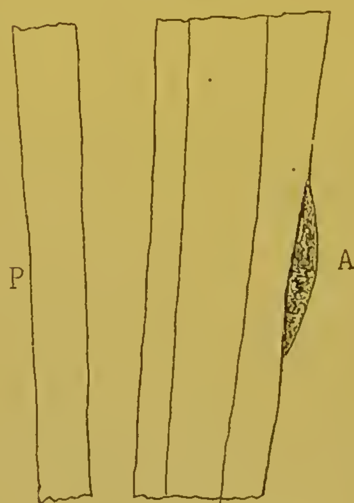


Fig. 772.

sujet fut atteint de fièvre typhoïde ; la cicatrice de la jambe s'ulcéra, et il sortit deux petites esquilles, puis la plaie se ferma. Au mois d'avril 1900 survint une pneumonie, qui fut suivie, trois mois plus tard, d'un nouvel abcès, au point traumatisé antérieurement.

Le 13 décembre 1900, il persiste une fistule à ce niveau. Sur l'image antéro-postérieure recueillie à cette époque, on remarque, sur la face interne du tibia, une petite esquille libre, noyée dans un foyer de fongosités, se traduisant sur la plaque sensible par une teinte spéciale (fig. 971). L'épreuve transversale

montre, sur le bord antérieur du tibia, une saillie hyperostosique, sans structure spéciale (fig. 972). Le canal médullaire est intact.

Obs. II. — B..., âgé de dix-sept ans, est atteint, depuis trois ans, d'ostéite épiphysaire de l'adolescence, au niveau de l'extrémité supérieure du tibia. Un curetage du foyer osseux a été pratiqué, et au moment où nous le radiographions, en mars 1900, il persiste un orifice fistuleux s'ouvrant au niveau de la tubérosité interne du tibia. Le genou est libre. Sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 973) on voit la cavité d'ostéomyélite, occupant la partie supéro-interne de l'os, et sur l'image transversale, on distingue également le contour de cette cavité (fig. 974).

Obs. III. — M..., 1er cuirassiers, a reçu un coup de pied de cheval, sur la face antérieure du tibia gauche, le 1er juillet 1898. Il s'est développé consécutivement de l'ostéomyélite qui a nécessité un évidement partiel de l'os. Sur la

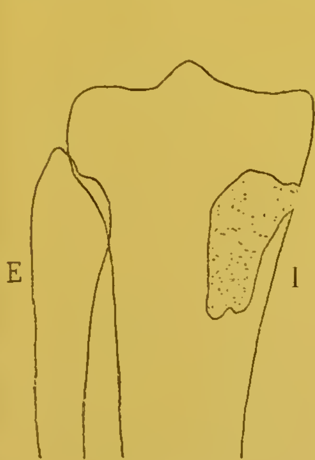


Fig. 973.

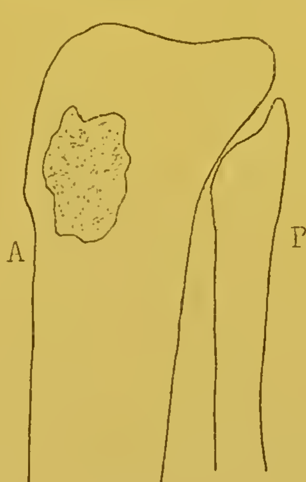


Fig. 974.

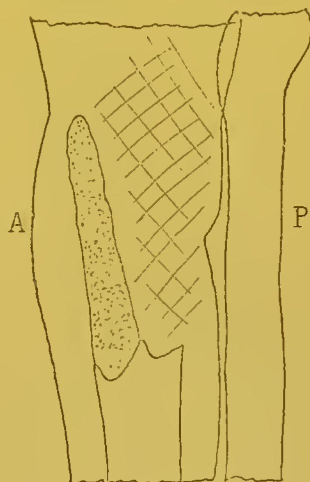


Fig. 975.

plaque impressionnée d'avant en arrière (fig. 975) le 1er août 1899, on remarque la tuméfaction de la métaphyse supérieure du tibia et l'oblitération de la partie supéro-externe du canal médullaire.

Obs. IV. — C..., 74e de ligne, est atteint d'ostéomyélite chronique du tibia gauche, depuis l'âge de treize ans. Plusieurs fistules existent au-devant du tibia; cliniquement le péroné ne semble pas atteint. Sur la radiographie antéro-postérieure prise le 2 décembre 1898, on remarque que le tibia et le péroné sont tuméfiés au niveau de leur partie moyenne, et présentent des contours irréguliers; le canal médullaire est oblitéré en un point, par du tissu éburné; il y a un foyer peu étendu d'ostéomyélite, dans la métaphyse supérieure (fig. 976). Sur l'épreuve transversale, on ne distingue pas nettement la structure intime des deux os, mais on constate leur tuméfaction et l'irrégularité de leur contour (fig. 977).

Un évidement du tibia fut pratiqué par M. Nimier; les fistules se fermèrent, et sur de nouvelles images obtenues le 6 mars 1899, on reconnaît que l'os a repris, à peu près partout, une structure trabéculaire nette; le système des travées a son orientation normale sur la paroi diaphysaire postérieure et sur la paroi externe du tibia, tandis que sur les parois interne et antérieure, les travées sont disposées irrégulièrement. On ne voit pas de canal médullaire distinct, dans le segment osseux qui a été évidé.

Obs. V. — M..., militaire retraité. A la suite d'un coup de pied de cheval sur la face antérieure de la jambe gauche, en 1881, il se développa de l'ostéomyélite, au niveau de la diaphyse du tibia. Le 4 mars 1901, on remarque quatre cicatrices sur la face antéro-interne de l'os ; l'inférieure est encore fistuleuse. Sur les deux radiographies antéro-postérieure (fig. 978) et transversale (fig. 979)

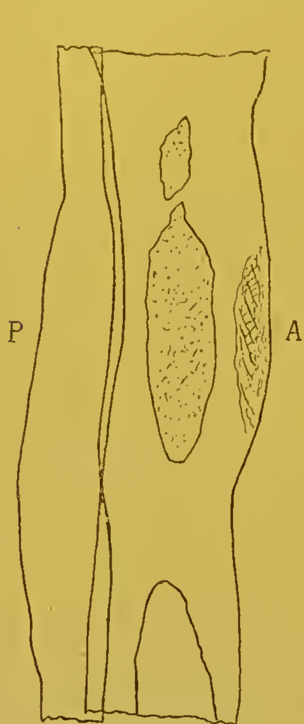


Fig. 976.

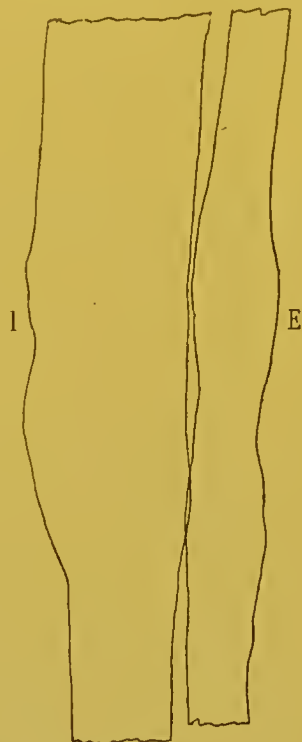


Fig. 977.

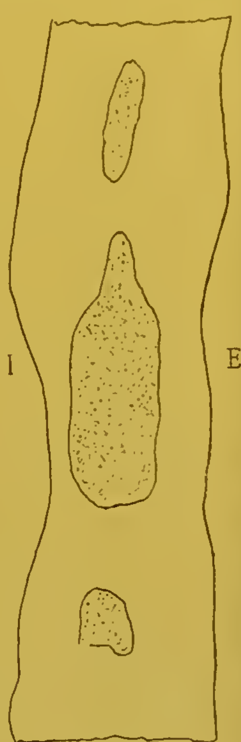


Fig. 978.

on distingue plusieurs foyers d'ostéomyélite disséminés sur la partie moyenne de la diaphyse du tibia qui est tuméfiée, et dont le contour est irrégulier.

Obs. VI. — L..., 31e d'artillerie, présente de l'ostéomyélite du tibia gauche, consécutivement à un coup pied de cheval. A la suite d'un évidement pratiqué en septembre 1900, l'os reste tuméfié et douloureux. Les deux clichés antéro-postérieur (fig. 980) et externe-interne (fig. 981) obtenus en décembre 1901, montrent l'interruption du canal médullaire, au niveau de la partie moyenne de la diaphyse, sur une étendue de 8 à 10 centimètres. Dans les mêmes limites l'os est tuméfié et irrégulier à sa surface ; il est constitué par un mélange de parties sclérosées et éburnées ; des couches friables d'ossifications périostiques entourent sa surface.

e) Ostéite tuberculeuse.

Obs. I. — G..., 130e de ligne, offre au niveau du quart inférieur, de la partie externe de la jambe, une gomme tuberculeuse ouverte, ayant débuté il y a trois mois, sans cause appréciable. Sur la radiographie antéro-postérieure, on ne remarque aucune irrégularité à la surface du péroné ; au niveau de la lésion, la paroi diaphysaire externe de l'os est un peu épaissie et fait saillie du côté du canal médullaire qui est notablement rétréci (fig. 982). Il fut nécessaire de pratiquer ultérieurement un évidement du péroné à ce niveau.

Obs. II. — R..., 39° de ligne, est hospitalisé pour synovite fongueuse des

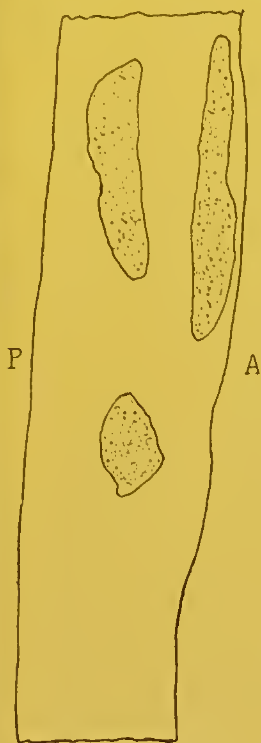


Fig. 979.



Fig. 980.

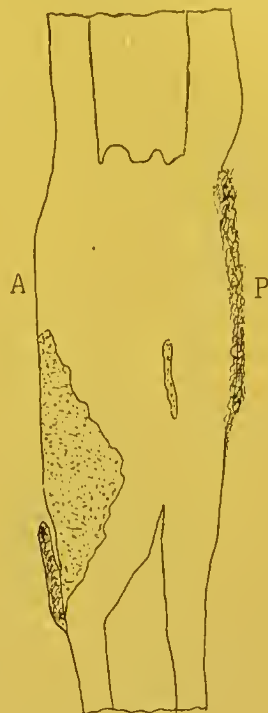


Fig. 981.

gaines des extenseurs du pied droit et tuberculose de la tête du péroné gauche,

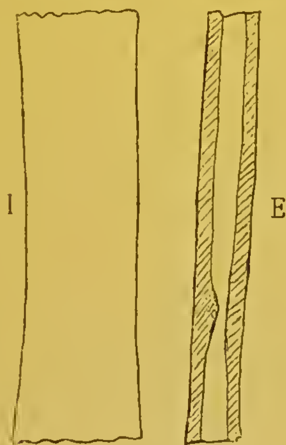


Fig. 982.



Fig. 983.

visible sur la plaque impressionnée d'avant en arrière le 26 mai 1899, (fig. 983).

f) Maladie osseuse de Paget.

Obs. I. — de R..., colonel d'infanterie, a eu, il y a quinze ans, une éruption généralisée de furoncles ; il n'a pas de syphilis dans ses antécédents. Depuis quinze mois, il a remarqué un gonflement des os du membre inférieur droit. Nous radiographions les différents segments du squelette du membre inférieur,

ainsi que la tête. Les os du crâne sont augmentés d'épaisseur à la voûte : le fémur est hyperostosé, au niveau de sa métaphyse inférieure. Le tibia est volumineux, et son contour présente des bosselures (fig. 984) ; son canal médullaire

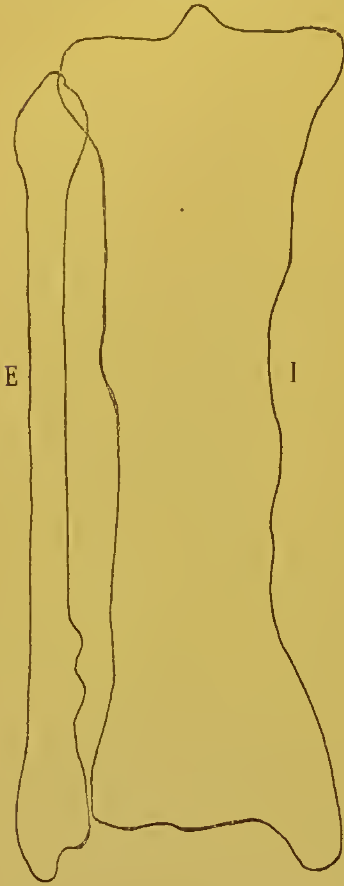


Fig. 984.



Fig. 985.

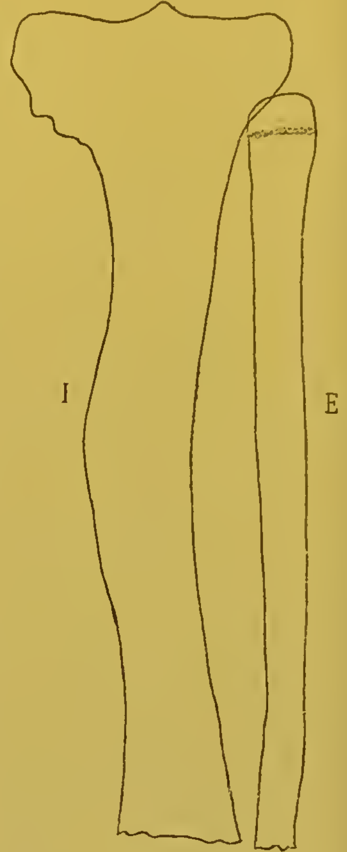


Fig. 986.

est irrégulier et interrompu par places. Le péroné présente deux saillies d'hyperostose à sa partie inféro-interne.

g) Ostéite de nature indéterminée.

Obs. I. — D..., détenu, dont nous avons déjà rapporté la plus grande partie de l'observation à propos des lésions infectieuses du métacarpe, présente également des lésions du côté des deux jambes qui sont radiographiées simultanément dans le sens antéro-postérieur, le 19 août 1901 (fig. 985 et 986). Les deux tibias offrent une incurvation, à convexité interne ; les épiphyses supérieures des péronés et du tibia droit ne sont pas soudées ; la tête du péroné droit et le plateau tibial gauche sont volumineux. Le tissu osseux ne laisse voir, d'un côté, ni de l'autre, de lacunes d'ostéite raréfiante ou kystique, analogues à celles que nous avons observées sur le squelette des mains.

§ 3. — Lésions congénitales

Obs I. — J..., 13e d'artillerie, présente une tuméfaction dure, au niveau des muscles péroniers latéraux, à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur de la jambe, survenue sans cause déterminée et à une date inconnue.

Sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 987), on aperçoit contre le bord externe du péroné, indépendant de l'os, une tumeur osseuse, ayant la forme d'une grosse virgule, à pointe dirigée en haut et en dehors. Il n'y eut pas d'intervention opératoire pratiquée.

Obs. II. — Q..., enfant de troupe, porte, au niveau de la partie antéro-supérieure du péroné, une tumeur osseuse qui apparaît, sur l'image transversale prise en avril 1898, sous la forme d'une exostose ostéogénique insérée au niveau

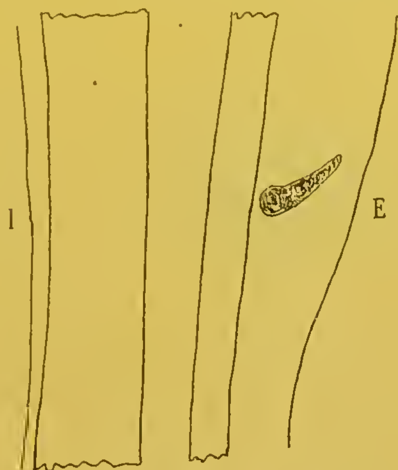


Fig. 987.

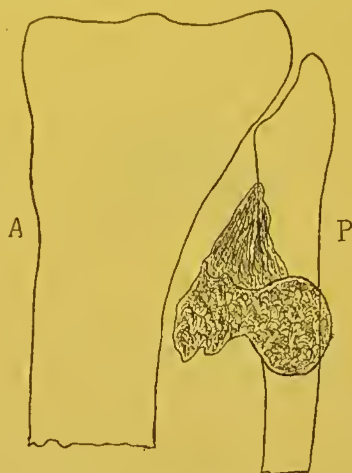


Fig. 988.

de la partie antérieure du col péroné (fig. 988). Le sommet de l'exostose, renflé en champignon, a une structure aréolaire, tandis que le pédicule montre la constitution lamellaire du tissu diaphysaire.

Obs. III. — S..., 9e hussards, entre à l'hôpital militaire de Marseille, le 31 janvier 1902. Il raconte qu'il y a deux ans environ, à la suite d'une marche un peu longue, il ressentit de l'engourdissement dans le mollet gauche, et en palpant la partie supéro-externe de sa jambe, il constata la présence d'une tumeur très dure, moins grosse qu'actuellement.

A la partie postéro-supérieure et médiane de la jambe gauche, dans l'angle inférieur du losange poplité, on sent une tumeur dure, à surface lisse, recouverte par la peau non adhérente, et faisant saillie dans l'intervalle des ventres supérieurs des deux jumeaux. Cette tumeur, qui mesure 4 centimètres environ de hauteur, va en s'épanouissant sur les parties latérales, en passant par dessous les jumeaux qui la masquent, lorsqu'ils sont en contraction. A sa surface on sent, vers la ligne médiane, des cordons verticaux, mobiles sous le doigt, qui semblent constitués par les éléments du paquet vasculo-nerveux postérieur; on ne perçoit pas de battements artériels, mais la pression de ces cordons provoque des fourmillements dans la plante du pied. En dedans, la tumeur est séparée du bord postéro-interne du tibia par un espace libre, dans lequel on peut enfoncer le bout des doigts; en dehors, elle semble en contact de la partie postéro-interne du péroné; elle est complètement immobile sur le squelette.

Les radiographies antéro-postérieure (fig. 989) et transversale (fig. 990) faites le 3 février, montrent que la tumeur s'implante sur la partie postéro-interne du col du péroné, par un pédicule, dont le point d'insertion est indiqué sur la radiographie transversale, par une surface plus foncée, allongée verticalement. La tumeur s'étend transversalement derrière le tibia. Sur l'épreuve

antéro-postérieure, on remarque l'absence d'ossification du cartilage de conjugaison de l'extrémité supérieure du péroné.

Le 10 février, sous le chloroforme, je pratique, au niveau de la tumeur, une incision verticale, à un travers de doigt en arrière du péroné. Sous l'aponévrose, dans l'angle supérieur de la plaie, je rencontre le nerf sciatique poplité externe

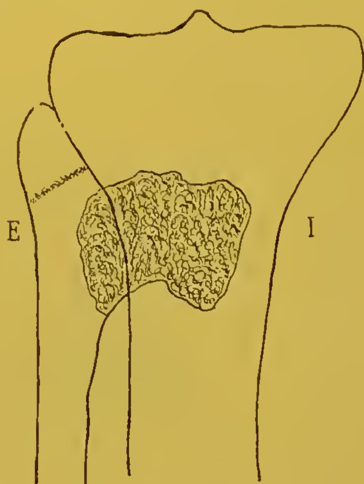


Fig. 989.

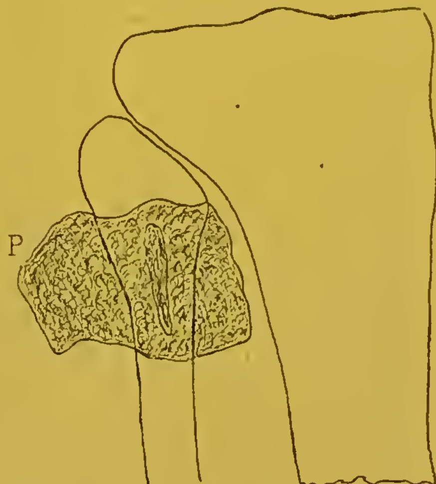


Fig. 990.

que je dégage et fais récliner en haut et en avant par un écarteur. Après avoir tiré en dedans et en arrière le bord externe du jumeau externe, j'incise les fibres du soléaire sur le pédicule de la tumeur, et celle-ci apparaît alors, recouverte par les fibres aponévrotiques d'origine du muscle long fléchisseur propre du gros orteil. J'incise la capsule fibreuse parallèlement à ces fibres, puis je

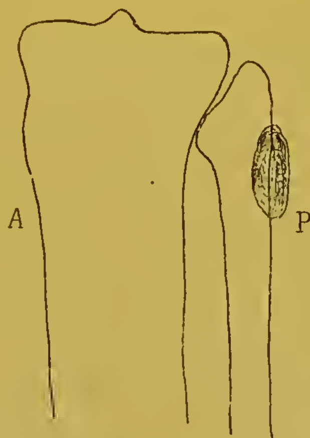


Fig. 991.

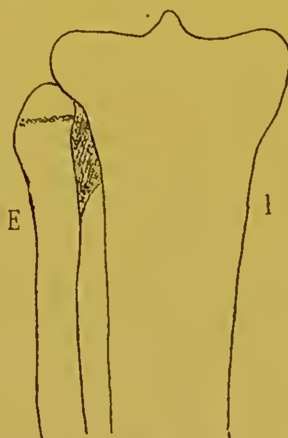


Fig. 992.

décortique à la rugine la surface du pédicule, et le sectionne à ras du péroné, avec le ciseau et le maillet.

L'exostose est constituée par un os très friable, d'aspect rougeâtre : sa surface est lisse, arrondie, et recouverte d'une lame cartilagineuse, présentant des points plus opaques, nacrés. Elle se brise sous les instruments, et il faut l'enlever par fragments Je reconnais le nerf tibial postérieur qui passe sur la face postérieure de la tumeur, soulevé comme sur un chevalet ; je le protège

avec l'index gauche pendant la manœuvre de la gouge et de la curette au fond de ce puits musculaire.

Toute la partie de l'exostose saillante derrière le péroné et le tibia est enlevée : mais il en reste une portion, en dedans du péroné, dans l'espace interosseux. Ce segment, à cause de sa profondeur, est difficile à attaquer au ciseau et au marteau, et comme il est constitué par de l'os dur, sur lequel la curette ne mord pas, je le laisse en place.

Réunion de la plaie par première intention.

Le microscope a montré la présence de nombreuses cellules cartilagineuses dans la coque de l'ostéome qui était recouverte d'une bourse séreuse de frottement.

Le malade quitta l'hôpital le 17 mars.

Il vient se présenter à nous le 17 juin.

On ne sentait plus de tumeur à la palpation ; il n'y avait pas la moindre atrophie de la jambe et la marche se faisait bien. Sur deux nouvelles épreuves prises à cette date, nous avons constaté la persistance d'une partie du pédicule d'insertion de l'exostose (fig. 991 et 992).

Nous nous étions proposé, pour enlever la tumeur, de pratiquer une incision médiane postérieure, de passer entre les deux jumeaux et d'arriver, à travers le soléaire, sur le pédicule de l'exostose. Cette voie nous eut donné une plus grande facilité opératoire, et eut peut-être permis une ablation plus complète. Nous avons dû y renoncer, par suite de l'irrégularité de la chloroformisation qui provoquait des troubles de la respiration, dès que l'on tentait de coucher le blessé à demi sur le ventre.

CHAPITRE VI

AFFECTIONS DU GENOU

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures des os du genou par causes communes. — Les traumatismes ordinaires peuvent intéresser soit l'extrémité supérieure des os de la jambe soit la rotule, soit l'extrémité inférieure du fémur.

a) Fractures de l'extrémité supérieure des os de la jambe. — Nous avons observé plusieurs cas de fractures, avec ou sans pénétration, intéressant l'extrémité supérieure d'un seul, ou des deux os de la jambe ; la pénétration s'accompagnait parfois d'éclatement.

Obs. I. — A..., sergent au 18e d'infanterie, a fait une chute de 8 mètres de haut, le 11 juin 1900 ; il en est résulté une fracture de l'extrémité supérieure du tibia gauche.

Nous examinons le sujet, le 1er septembre 1900 : l'extension du genou se fait bien, mais la flexion est limitée. Sur la projection antéro-postérieure (fig. 993),

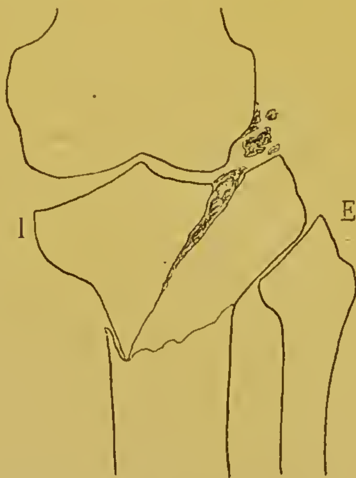


Fig. 993.

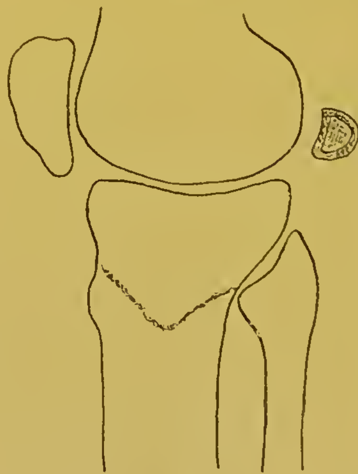


Fig. 994.

on constate une fracture en T, à trait vertical, un peu oblique, de l'extrémité supérieure du tibia ; le péroné est intact ; le plateau tibial externe a glissé en dehors, débordant le condyle fémoral et entraînant le péroné dans ce sens. Des lamelles osseuses ont été arrachées à la surface du condyle externe du fémur, par l'insertion supérieure tiraillée du ligament latéral externe. Sur l'image

externe-interne (fig. 994) on distingue seulement un trait de fracture transversale à concavité supérieure, passant au-dessous des tubérosités du tibia. Notons incidemment l'existence d'un os sésamoïde dans le tendon poplité.

Obs. II. — R..., 2e étranger, était monté, le 6 décembre 1902, sur un poteau télégraphique qui se cassa ; pendant la chute, le poteau frappa la face interne du genou gauche, au moment où la face externe du pied appuyait sur le sol : il se produisit une fracture de l'extrémité supérieure du tibia, par flexion du membre en dedans. Le 27 mars 1903, le blessé est évacué sur l'hôpital de Marseille. Pendant le décubitus, nous constatons que la jambe gauche présente une certaine incurvation en dedans et également de la rotation de la pointe du pied dans le même sens. On sent la tête du péroné saillante en dehors. La jambe

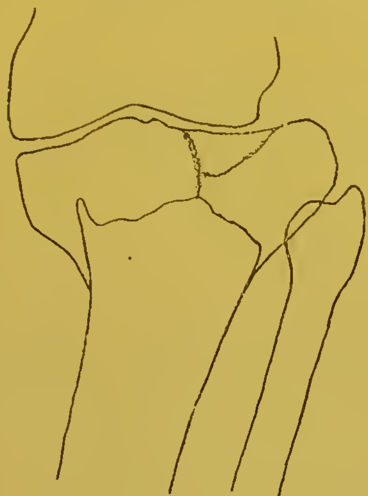


Fig. 995.

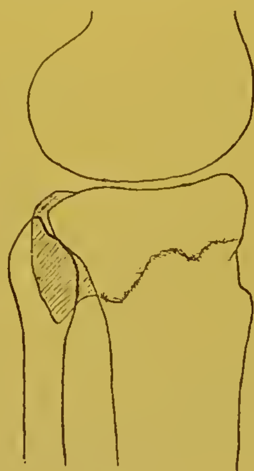


Fig. 996.

présente un raccourcissement de 2 centimètres, et le mollet une atrophie circonférentielle de 1 centimètre. Le genou un peu empâté, sans épanchement dans la synoviale, ne se fléchit pas au delà de 45 degrés.

L'examen aux rayons de Roentgen, le 3 avril, indique une fracture avec pénétration de l'extrémité supérieure du tibia gauche ; le fragment métaphysaire a pénétré le fragment épiphysaire un peu plus en dedans qu'en dehors, et l'a fait éclater (fig. 995 et 996). Le péroné est intact.

Obs. III. — M..., 2e régiment étranger, fut projeté du haut d'une plate-forme sur le sol, le 18 avril 1902 ; il tomba la jambe droite fléchie sous lui et en rotation en dedans. On pratiqua immédiatement des tentatives de réduction, et on plaça le membre dans une gouttière. Le jour même l'articulation du genou fut distendue par un volumineux épanchement sanguin. Au bout de quarante jours on supprima l'immobilisation : le genou était raide, et on commença le massage.

A l'entrée du blessé à l'hôpital de Marseille, le 14 juillet, nous observons un certain degré de genu varum, avec rotation de la pointe du pied en dedans. La tête du péroné fait une forte saillie en dehors, de même que la partie externe du plateau tibial. Les mouvements du genou sont libres, et on ne perçoit pas de craquements pendant leur exécution. La jambe est raccourcie de 1 centimètre et il existe une légère atrophie des muscles du mollet et de la cuisse. Le sujet marche sans canne, en boitant très légèrement, à cause de son raccourcissement. Il ne souffre pas et demande à continuer son service militaire.

Les radiographies, prises le 7 avril, montrent une fracture par pénétration

de la métaphyse supérieure du tibia dans l'épiphyse ; une fissure verticale divise en deux fragments le plateau articulaire qui est élargi et déborde en

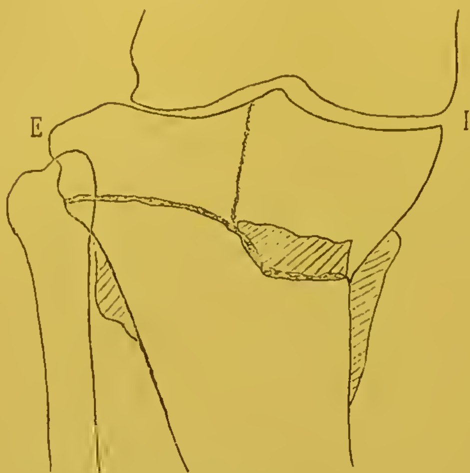


Fig. 997.

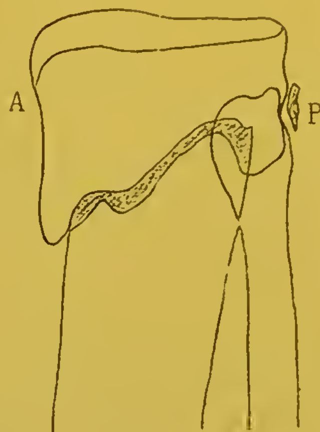


Fig. 998.

dehors ; il s'agit d'une fracture en T, sous et intercondylienne. Le péroné est intact (fig. 997 et 998).

Obs. IV. — S..., employé colonial, de race nègre, se fracture la partie supérieure de la jambe droite, le 14 décembre 1898, dans une chute faite en descendant d'omnibus.

La radiographie antéro-postérieure permet de reconnaître une fracture avec pénétration et éclatement de l'extrémité supérieure du tibia dont les deux

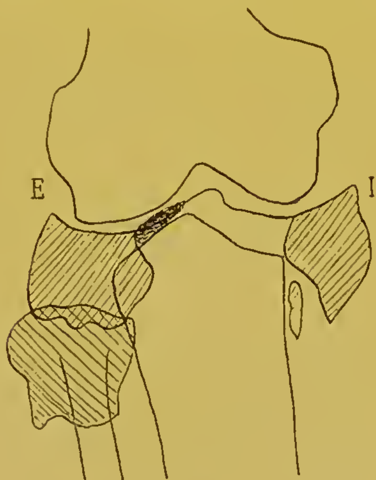


Fig. 999.



Fig. 1000.

tubérosités séparées par la métaphyse sont refoulées excentriquement. La métaphyse du péroné a également pénétré l'épiphyse supérieure de l'os, laquelle ne semble pas éclatée (fig. 999).

Ces fractures analogues à celles de l'extrémité inférieure du radius résultent d'une chute en hauteur sur les pieds, accompagnée ou non d'un mouvement de flexion latérale du genou. Le tibia pris entre la résistance du sol, et

la percussion du fémur, se brise ; son chapiteau supérieur se détache de la colonne métaphyso-diaphysaire ; puis celle-ci pénètre plus ou moins obliquement celui-là et le fait éclater par le mécanisme du coin. Le péroné peut être intéressé, quand la pénétration du tibia est directe et considérable, comme ce fut le cas dans notre dernière observation.

Il faut tenter de réduire la pénétration des fragments, en tirant fortement sur la jambe directement, ou en l'inclinant simultanément en dedans et en dehors, selon les cas, rapprocher au besoin les tubérosités du tibia par compression latérale, puis immobiliser le membre en extension dans une gouttière plâtrée. Au bout d'une quinzaine de jours, on procédera au massage et à la mobilisation, pour éviter la raideur et l'ankylose ultérieures du genou.

b) Fractures de la rotule et ruptures du ligament rotulien. — Nous diviserons les observations rentrant dans ce groupe, en cinq variétés : fractures de la rotule traitées par la suture fibro-périostique ; fractures de la rotule traitées par la suture métallique des fragments ou le cerclage ; fractures de la rotule non suturées ; arrachements partiels de la base de la rotule ; ruptures du ligament rotulien.

α. *Fractures de la rotule traitées par la suture fibro-périostique.*

Obs. I. — M..., 28e de ligne, atteint de fracture de la rotule droite, à la partie moyenne, a été traité par la suture périostique, il y a quatre mois, lorsque nous le radiographions le 6 mai 1898. En comparant les images fournies par l'examen transversal des deux genoux, nous constatons que l'ombre de chaque rotule a exactement 5 centimètres de hauteur, et que l'os suturé a un aspect normal, sans aucune déformation ou encoche appréciable.

Obs. II. — F..., 19e train, reçoit le 15 mai 1899, un coup de jarret de cheval, sur la face antérieure du genou droit. Il n'y a pas de plaie des téguments; le genou est distendu par un épanchement sanguin considérable; on ne constate



Fig. 1001.



Fig. 1002.

pas d'écartement des fragments, mais on perçoit une sensation de crépitation, en mobilisant transversalement la rotule. La radiographie interne-externe (fig. 1000) pratiquée le lendemain de l'accident, montre un trait de fracture supérieur, divisant complètement l'os d'avant en arrière et un second trait, placé plus bas et semblant incomplet ; les fragments sont à peine éloignés l'un de l'autre.

Le 17 mai, on ouvre l'articulation, pour évacuer les caillots sanguins qui la remplissent, puis on réunit à la soie le périoste et le surtout fibreux prérotulien déchiré et on suture également une fente transversale de l'aileron externe. Un

nouvel examen aux rayons X fait le premier juillet (fig. 1001) indique que les fragments sont réunis par un cal osseux : il persiste une faible encoche à l'endroit où se trouvait le trait de fracture supérieur.

Obs. III. — S..., 13e artillerie, a reçu, un coup de pied de cheval à la face antérieure de la rotule droite, le 17 mai 1900. Pas de plaie cutanée. La suture des tissus fibreux prérotuliens fut faite à la soie le 18 mai. La plaque impressionnée le 9 juillet montre les deux fragments encore distincts et réunis par un cal court, assez transparent aux rayons de Roentgen (fig. 1002).

β. *Fractures de la rotule traitées par la suture métallique des fragments, ou le cerclage.*

Suture des fragments.

Obs. I. — L..., 2e cuirassiers. Fracture de la rotule droite, le 13 décembre 1899, par contraction musculaire, en voulant sauter à cheval. Le cliché obtenu, le jour même, indique un écartement notable des fragments (fig. 1003). Suture avec



Fig. 1003.

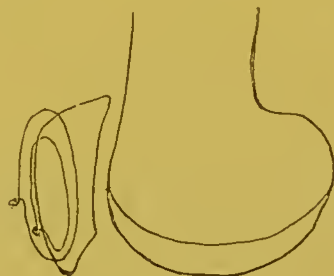


Fig. 1004.

deux fils métalliques verticaux et antéro-postérieurs. Une nouvelle épreuve faite le 5 juillet 1900, permet de constater que la rotule a une forme parfaite et que les fils ne se sont pas cassés (fig. 1004).

Obs. II. — B..., sous-officier au 5e hussards, se fracture la rotule droite le 14 juillet 1899, en mettant le pied à terre en descendant de cheval. Traité par l'im-



Fig. 1005.

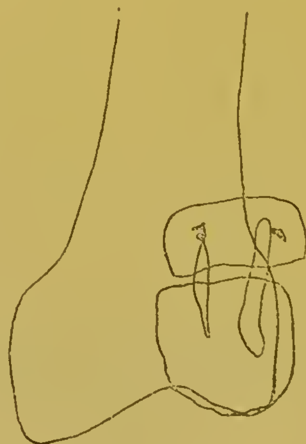


Fig. 1006.

mobilisation et la compression du genou, les fragments restent considérablement écartés et le sujet monte difficilement un escalier. Le 23 décembre 1899, nous

enregistrons l'état des lésions (fig. 1005). La suture avec deux fils métalliques, antéro-postérieurs, est pratiquée le 27 décembre, et le 23 février 1900, nous prenons deux nouvelles épreuves ; sur la postéro-antérieure, on constate que les fragments restent légèrement écartés, mais les fils ne sont pas cassés ; sur la transversale, on remarque que le fragment inférieur a basculé en avant, et que sa surface ne s'adapte pas à celle du fragment supérieur (fig. 1006 et 1007).

Obs. III. — B..., garde républicain, s'est fracturé la rotule gauche, en tombant de cheval, le 26 juillet 1897. Suture antéro-postérieure des fragments, avec deux fils d'argent, le 2 août.

Cliniquement on constate que la rotule est solide, mais élargie; on perçoit des frottements cartilagineux pendant les mouvements. Il n'y a pas d'épanche-

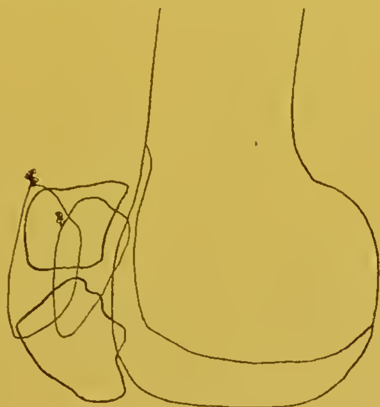


Fig. 1007.

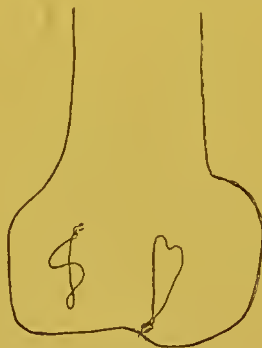


Fig. 1008.

ment dans la synoviale. Le triceps est atrophié et le sujet monte et descend difficilement un escalier. Les deux projections postéro-antérieure et interne-externe indiquent que les fragments sont bien soudés, que la rotule a sa hauteur normale, que les deux fils sont intacts, mais qu'une partie de l'anse de l'un d'eux fait saillie sur la surface cartilagineuse de l'os (fig. 1008 et 1009).

Obs. IV. — D..., 2e cuirassiers. Fracture exposée de la rotule gauche, par coup de pied de cheval, le 4 septembre 1900. Le lendemain arthrotomie et suture



Fig. 1009.



Fig. 1010.

métallique. La radiographie prise le 10 novembre montre que les fragments sont bien maintenus en contact, mais mal coaptés. Les fils sont intacts (fig. 1010).

Suture et cerclage combinés.

Obs. I. — N..., atteint de fracture de la rotule, en 1897, a été traité par la suture antéro-postérieure et le cerclage. Nous n'avons pas pris d'épreuve transversale; mais sur l'image postéro-antérieure, on distingue les trois fils métalliques intacts (fig. 1011).

Obs. II. — Q..., 158e de ligne se fracture la rotule droite, par contraction musculaire, le 26 mai 1897. Traité d'abord par les griffes de Malgaigne, on pratique ensuite la suture et le cerclage, en septembre. Les deux radiographies faites

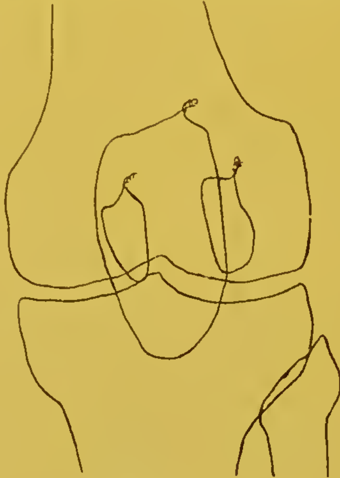


Fig. 1011.



Fig. 1012.

le 20 juin 1898, permettent de constater que les deux fragments sont en contact, mais qu'ils sont réunis en marche d'escalier; le fil de cerclage s'est brisé ainsi qu'un des fils de suture antéro-postérieure (fig. 1012 et 1013).

Obs. III. — L..., 6e chasseurs à cheval, s'est fracturé la rotule gauche, par contraction musculaire, le 13 mai 1898. Traité par la méthode de Tilanus, il per-



Fig. 1013.



Fig. 1014.

siste un écartement des fragments de 4 centimètres, constaté par les rayons de Roentgen, le 30 septembre 1898 (fig. 1014). On pratique la suture et le cer-

clage des fragments, dans les premiers jours d'octobre, et le 11 novembre, la radiographie montre que les fils tiennent bien, mais que les fragments sont éloignés l'un de l'autre de près de 1 centimètre ; un des fils verticaux a coupé l'un des fragments (fig. 1015). De nouvelles épreuves transversale et postéro-



Fig. 1015.



Fig. 1016.

antérieure, obtenues le 26 janvier 1899, permettent de constater que le fil de cerclage est brisé et que l'écartement des fragments a encore augmenté (fig. 1016 et 1017).

Obs. IV. — L..., 1er cuirassiers, fait une chute de cheval, sur le genou gauche, le 1er mai 1899, et se fracture la rotule. La radiographie prise le jour même décèle l'écartement et la bascule des fragments (fig. 1018). Une suture antéro-postérieure, avec deux fils d'argent, est pratiquée le 2 mai. Le sujet se fracture à



Fig. 1017.



Fig. 1018.

nouveau la rotule, le 18 juillet 1899, en glissant sur le pavé humide et en tombant sur le genou. Les fils sont brisés et les fragments disjoints et plus écartés que la première fois (fig. 1019). Le 20 juillet, on enlève ceux des anciens fils que l'on découvre, puis on place une suture métallique antéro-postérieure et un fil de cerclage. Les plaques impressionnées, le 30 septembre, indiquent que la rotule est bien réunie et que les fils sont intacts (fig. 1020 et 1021). Deux fragments de fils, provenant de la première intervention, sont restés inclus dans les tissus.

Suture-cerclage.

Obs. I. — D.... sapeur-pompier, se fait une fracture de la rotule droite par arrachement, le 17 janvier 1899. Le lendemain, la radiographie montre une



Fig. 1019.



Fig. 1020.

solution de continuité transversale, avec écartement prononcé des fragments,



Fig. 1021.



Fig. 1022.

dont le supérieur est très petit (fig. 1022). Craignant de voir ce dernier éclater

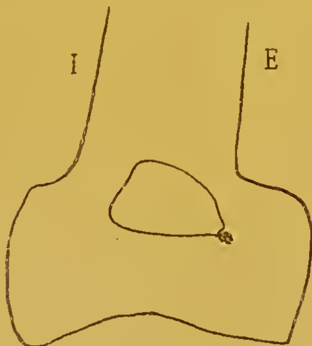


Fig. 1023.



Fig. 1024.

au moment de sa perforation, je renonce à pratiquer la suture verticale antéro-postérieure, et n'étant pas partisan du cerclage dans ce cas, j'imagine la suture-cerclage ; c'est-à-dire que je passe un fil d'argent transversalement, à travers le

fragment inférieur, à 1 centimètre environ au-dessous de la surface de section, puis je conduis une extrémité de ce fil au-dessus du fragment supérieur, à travers le tendon du triceps, et je tords les deux bouts sur le côté de la rotule.

Le rapprochement se fait bien et les fragments se réunissent, ainsi que nous le constatons, le 15 mai.

Nous revoyons le malade, le 22 septembre; le genou fonctionne parfaitement, quoiqu'il persiste une légère atrophie du triceps, et que l'on perçoive quelques faibles frottements articulaires, pendant les mouvements communiqués. Sur les clichés, on constate que le fil d'argent est intact, et que les fragments se sont soudés, en laissant toutefois persister une très légère encoche, en marche d'escalier, à leur face postérieure; une petite exostose s'est développée sur la base de la rotule, formant arrêt en avant du fil (fig. 1023 et 1024).

Obs. II. — M..., 6e chasseurs alpins. Le 15 janvier 1902, en sautant les pistes, il retomba à faux sur les pieds et le genou droit vint frapper le sol. Il présenta une fracture de la rotule et fut traité par les griffes de Malgaigne qui restèrent appliquées pendant quarante jours. Les fragments étaient rapprochés, mais aux premières tentatives de mobilisation, ils se sont disjoints.

Le 22 septembre 1902, le blessé entre à l'hôpital de Marseille. Le membre étant au repos et allongé, il existe un écartement de 6 centimètres, entre les



Fig. 1025.



Fig. 1026.

deux fragments de la rotule, et quand le triceps se contracte, cet écartement est de 8 centimètres. Le malade ne peut détacher le talon du lit, qu'après avoir fléchi le genou à angle obtus. La flexion et l'extension du genou se font complètement.

Le sujet marche bien en terrain plat; il monte assez facilement un escalier, mais le descend moins bien. L'atrophie circonférentielle du mollet est de 1 centimètre et celle de la cuisse, de 2 centimètres.

Le 24 octobre les rayons de Roentgen enregistrent l'écartement considérable des fragments. Le fragment inférieur, petit, abaissé au niveau de la tubérosité antérieure du tibia, est subdivisé en deux (fig. 1025).

Le 31 octobre, sous le chloroforme, je découvre les fragments, j'incise transversalement, vers le milieu de sa hauteur, la membrane fibreuse qui les réunit, récline chacun des deux lambeaux, l'un en haut, l'autre en bas, puis je dénude et avive la surface des fragments rotuliens et excise le petit noyau osseux qui surmonte le fragment inférieur. Avec le doigt, je détruis quelques tractus fibreux unissant la face postérieure de la rotule et la paroi antérieure du cul-

de-sac sous-tricipital, à la paroi postérieure de ce même cul-de-sac. Je passe un fil d'argent à travers le fragment supérieur, horizontalement et à 1 centimètre de la surface de fracture, puis je conduis l'une des extrémités de ce fil, à travers le ligament rotulien, au-dessous du fragment inférieur. Deux fois de suite, le fil d'argent casse, pendant la torsion de ses bouts. Un troisième résiste, rapproche et coapte bien les fragments ; il est tordu sur le côté externe de la rotule. Suture à la soie, du périoste, des tissus fibreux prérotuliens et de la partie déchirée des ailerons. Réunion de la peau au crin de Florence, sans drainage. La guérison opératoire se fit sans complications.

Le 23 décembre, on note que le malade marche plus facilement, mais qu'il n'est pas encore très sûr de son membre, en montant ou descendant un escalier. La hauteur des rotules est de 8 centimètres à droite et de 6 à gauche. Le genou étant en extension, il persiste entre les fragments un faible écartement qui augmente, pendant la flexion ; les fragments ne sont pas soudés et restent



Fig. 1027.



Fig. 1028.

mobiles l'un sur l'autre. Léger épanchement dans la synoviale et quelques craquements pendant les mouvements. L'atrophie circonférentielle de la cuisse droite est de 15 millimètres, et celle du mollet de 5 millimètres. Le sujet allonge complètement le genou, mais il ne peut le fléchir au delà de l'angle droit.

Les radiographies, faites le 23 décembre, permettent de constater que le fil d'argent ne s'est pas brisé, mais que son anse a abandonné en bas le contact du bord inférieur du fragment inférieur, pour glisser en arrière de lui. L'écartement des fragments, pendant la demi-flexion du genou, est à peine de 2 centimètres ; un noyau osseux intermédiaire, rudiment de cal, s'est formé entre eux (fig. 1026 et 1027).

γ. *Fractures de la rotule non-suturées.*

Obs. I. — L..., 4e chasseurs, reçoit, le 18 juillet 1896, un coup de pied de cheval qui lui fractura la rotule gauche. Il est traité par l'immobilisation et le massage. Sur la plaque impressionnée le 1er octobre 1898, on remarque un os régulier, présentant une petite exostose à sa partie supérieure (fig. 1028).

Obs. II. — R..., 130e de ligne, se fractura la rotule gauche, en tombant de bicyclette sur le genou, en avril 1898 ; il fut traité par l'immobilisation et le massage. Le 21 novembre, nous constatons que les fragments se sont soudés, en formant un léger angle à sinus postérieur ; des encoches se remarquent au niveau de leur point de réunion (fig. 1029).

Obs. III. — M..., 2e cuirassiers, s'est brisé la rotule droite, en tombant dans un escalier, le 12 octobre 1900. Il n'y eut pas d'intervention opératoire. Le 10 novembre 1900, la radiographie nous montra que les deux fragments étaient peu écartés, mais qu'ils formaient entre eux un angle à sinus postérieur (fig. 1030).



Fig. 1029.



Fig. 1030.

Obs. IV. — D..., officier supérieur, s'est fracturé la rotule, le 3 avril 1898 ; il fut traité par la méthode de Tilanus. Sur la plaque impressionnée le 20 août, on voit trois fragments rapprochés, mais coaptés un peu irrégulièrement (fig. 1031).



Fig. 1031.



Fig. 1032.

Obs. V. — G..., 3e cuirassiers, se brise la rotule gauche, le 24 juillet 1898, en tombant sur le genou, alors qu'il portait une civière de fumier. Petite plaie cutanée. On immobilise le membre dans un plâtre, pendant cinquante-deux jours, puis on pratique le massage et la mobilisation. Le blessé ne peut consécutivement détacher le talon du lit, et la flexion du genou ne dépasse pas l'angle droit. Le triceps est fortement atrophié. Un cliché, obtenu le 12 décembre 1899, montre que la consolidation s'est faite, le fragment supérieur chevauchant, dans l'étendue de 1 centimètre environ, la face antérieure du fragment inférieur (fig. 1032).

Obs. VI. — B..., militaire réformé, s'est fracturé la rotule droite, le 13 mars 1900, dans une chute, en glissant sur le pavé. Il fut traité par la méthode de Tilanus.

Le 7 mars 1904, il entre en observation, à l'hôpital militaire de Marseille. A la face antérieure du genou droit, on constate une dépression transversale, séparant les deux fragments de la rotule, qui semblent distants l'un de l'autre

de 2 centimètres environ, dans l'extension du membre. Le fragment supérieur est beaucoup plus volumineux que l'inférieur ; ils sont réunis l'un à l'autre par un cal fibreux que l'on peut saisir entre les doigts et qui semble assez résistant. Il n'y a pas le moindre épanchement dans la synoviale. Le mollet droit donne 1 centimètre de plus que le gauche, à la mensuration : par contre la cuisse



Fig. 1033.



Fig. 1034.

droite présente une atrophie circonférentielle de 25 millimètres. Il n'y a pas de varices. Le malade peut détacher le talon du lit, le membre étant en extension ; la flexion du genou se fait complètement. Pendant l'exécution des mouvements, on perçoit des frottements cartilagineux fins. Le cal ne s'allonge pas pendant



Fig. 1035.



Fig. 1036.

la flexion du genou. Le sujet marche bien en terrain plat, mais se sent moins solide sur la jambe droite, à cause de l'atrophie du triceps ; il éprouve de la gêne pour monter ou descendre les escaliers. Les rayons de Roentgen nous dévoilent, le 9 mai, l'état de la lésion ; le fragment supérieur est remonté au niveau de la partie supérieure de la trochlée fémorale ; le fragment inférieur, moins volumineux, est fixé vis-à-vis l'espace fémoro-tibial ; entres les deux se remarquent plusieurs noyaux osseux, dont quelques-uns adhèrent au fragment inférieur (fig. 1033).

δ. *Arrachements partiels de la base de la rotule.*

Obs. I. — De C..., officier de marine, a reçu un coup de fourreau de sabre, au niveau de la partie supérieure de la rotule du genou droit, il y a sept ans. Au

moment où nous le radiographions, le 14 mai 1900, il éprouve un peu de gêne dans les mouvements du genou. Sur l'épreuve, on constate la présence d'une exostose, au niveau de la partie antérieure de la base de la rotule (fig. 1034).

Obs. II. — J..., 102e de ligne, a eu un arrachement partiel de la rotule, par contraction musculaire, le 13 juin 1898. Radiographié le surlendemain de l'accident, on constate la présence à ce niveau, d'un fragment osseux détaché (fig. 1035). Une nouvelle image obtenue le 31 mars 1899, montre que ce fragment osseux s'est soudé à la rotule, avec une certaine inclinaison en arrière, ce qui donne à l'ensemble de l'os, une forme en croissant à concavité postérieure (fig. 1036).

ε. *Ruptures du ligament rotulien.*

Obs. I. — P..., lieutenant de cavalerie, en sautant un obstacle, le 18 janvier 1901, a ressenti une vive douleur dans le genou. La radiographie indique,



Fig. 1037.



Fig. 1038.

le 23 janvier, que le ligament rotulien s'est rompu transversalement, à quelques millimètres au-dessous de la rotule ; un petit copeau osseux a en outre été arraché de la base de cet os (fig. 1037).

Obs. II. — L..., militaire réformé, a reçu, le 11 septembre 1898, un coup de pied de cheval sur la face antérieure du genou gauche ; la peau et le ligament rotulien ont été sectionnés. On réunit les deux bouts de ce dernier par des sutures au fil d'argent. Sur le cliché obtenu le 1er juillet 1900, on voit que les bouts du tendon ne se sont pas soudés et que certaines anses de fil d'argent, se sont cassées (fig. 1038).

Obs III. — R..., garde républicain, tombe à la renverse, le 13 décembre 1899, en glissant sur le verglas ; cherchant à se retenir, il se rompt le ligament rotulien du genou droit. Le sujet étant diabétique, on ne pratique aucune intervention opératoire. La plaque impressionnée le lendemain indique que le ligament rotulien semble allongé, qu'il présente une petite encoche sur le milieu de sa face antérieure, et que son insertion supérieure a détaché des fragments osseux de la rotule (fig. 1039).

Traitement des fractures de la rotule et des ruptures du ligament rotulien

Dans les cas de fractures parcellaires du bord supérieur de la rotule. dues à une cause directe, ou à un arrachement par les fibres d'insertion du tendon du triceps, le traitement par le repos, le massage et la mobilisation sont seuls indiqués.

Le traitement des fractures du corps de la rotule doit varier, selon que la solution de continuité est récente ou ancienne, de cause directe ou indirecte, fermée ou exposée.

En principe, nous pouvons dire que les fractures exposées indiquent la

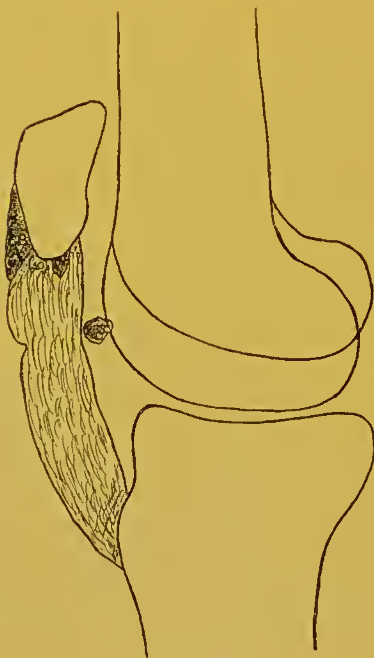


Fig. 1039.



Fig. 1040.

suture, mais ne la nécessitent pas. Comme il s'agit généralement dans ces cas de fractures par causes directes, sans large déchirure du surtout fibreux prérotulien, et sans écartement notable des fragments, on pourra le plus généralement se borner à désinfecter la plaie, à suturer la peau, puis à traiter ces fractures comme des fractures fermées sans écartement des fragments.

A ces dernières, ordinairement de cause directe aussi. dans lesquelles les fragments sont peu ou pas écartés, il faut appliquer le traitement par la méthode du massage, dite méthode de Tilanus.

S'il y a un écartement des fragments de un centimètre et plus, que la fracture soit ouverte ou fermée, de cause directe ou indirecte, il y a lieu, à notre avis, de procéder à l'arthrotomie et à la suture. L'ouverture de l'articu-

lation a pour but d'enlever les caillots sanguins qui la remplissent, lesquels sont une des causes de persistance de l'écartement des fragments, et contribuent par leur résorption incomplète à produire les adhérences synoviales et les raideurs consécutives de la jointure. C'est en outre et surtout le seul moyen de décaper la surface fracturée des fragments, en relevant les lambeaux de tissus aponévrotiques et tendineux qui se sont rabattus d'avant en arrière sur leur surface et adhèrent plus ou moins fortement aux aspérités osseuses. Cette interposition fibreuse joue le même rôle que l'interposition musculaire dans les fractures diaphysaires ; elle empêche la formation du cal et mérite toute l'attention du chirurgien ; elle se rencontre surtout dans les fractures de cause indirecte et coexiste fréquemment avec une déchirure transversale des ailerons de la rotule.

Le sang évacué, les fragments décapés, si l'écartement est peu considérable, on peut se borner à suturer à la soie ou au catgut les deux lèvres du surtout fibro-périostique prérotulien, en avant de la fracture, et à réunir de même les fentes des ailerons.

Dans les cas où le diastasis est plus prononcé et où il faut une certaine pression pour maintenir les fragments rapprochés, il y a lieu d'assurer leur coaptation par la suture métallique.

Lorsque les fragments seront à peu près égaux, on les fixera au moyen de deux fils d'argent passés obliquement à travers leur subtance, sans intéresser la face cartilagineuse et formant deux anses verticales séparées ; puis on réunira en avant d'eux le surtout fibreux, et latéralement les ailerons, par des points à la soie ou au catgut.

La fracture est-elle communicative, la rotule étant divisée par des traits verticaux et transversaux en plusieurs fragments notablement écartés les uns des autres, il faut recourir au procédé du cerclage total de la rotule avec un fil d'argent, suivant la méthode de Berger et réunir ensuite, comme précédemment, les tissus fibreux prérotuliens et les ailerons.

Restent les cas où l'on se trouve en présence d'un gros fragment inférieur et d'un petit fragment supérieur, ou inversement, avec diastasis notable. L'indication est alors de pratiquer la suture-cerclage, comme nous l'avons fait dans deux observations, en faisant passer transversalement le fil métallique à travers le gros fragment, à un centimètre de la surface de rupture, puis en traversant avec l'un de ses chefs le tendon du triceps, au-dessus de la base de la rotule, ou le ligament rotulien, au-dessous de la pointe de l'os; on tordra ensuite les deux bouts du fil sur l'un des côtés latéraux de la rotule.

Ce procédé nous a donné un excellent résultat, dans un cas de fracture, à petit fragment supérieur, ainsi traité en 1899 ; dans un second cas de fracture ancienne, à petit fragment inférieur, traité de même en 1902, le blessé a également obtenu un certain bénéfice fonctionnel. Dans cette dernière observation, le diastasis qui était primitivement de 8 centimètres, avait disparu complètement après l'application de la suture-cerclage; mais ultérieurement un écartement de 2 centimètres environ s'est reproduit, parce que

l'anse du fil qui assurait l'hémicerclage du fragment inférieur, en traversant le ligament rotulien, avait coupé, sous la tension développée, les fibres postérieures du ligament et glissé en arrière du petit fragment.

Pour éviter cet inconvénient, nous nous proposons à l'avenir d'apporter la modification suivante au manuel opératoire. Au lieu de conduire le fil métallique transversalement à travers le ligament rotulien, nous le passerons en faisant un point de faufilage ; de cette façon il ne risquera plus de glisser et maintiendra parfaitement la captation.

Cette suture-cerclage de la rotule que Quénu a décrite, à la séance du 18 février 1903, de la société de Chirurgie de Paris, n'est donc pas une nouveauté, puisque nous l'avons utilisée, il y a cinq ans.

Dans les fractures anciennes de la rotule, avec écartement considérable des fragments, et gêne notable dans les fonctions du membre, il y a également lieu de pratiquer la suture ; mais il faut bien savoir que la rapprochement des fragments ne sera pas toujours facile et pourra nécessiter certains artifices opératoires que l'on trouvera décrits dans les traités spéciaux.

Dans les autres cas de fractures anciennes, lorsque le diastasis n'est pas trop prononcé, et que les fragments sont réunis par un cal fibreux résistant, il y aura surtout lieu de rendre aux muscles, leur vigueur, et à l'articulation du genou, sa souplesse, en ayant recours aux différents agents que la thérapeutique physique met à notre disposition.

c) Fractures de l'extrémité inférieur du fémur.

Obs. I. — B..., vingt-huit ans, a été retraité pour ankylose du genou droit. à angle obtus, à sinus postérieur, développée consécutivement à une opération de résection du genou nécessitée par des phénomènes d'ostéo-arthrite.

Le 25 décembre 1899, il fait une chute dans un escalier et se fracture le genou. Le 29 décembre, nous enregistrons une fracture transversale sus-condylienne du fémur (fig. 1040).

Obs. II. — Van C..., officier de cavalerie, s'est fait, il y a un an, dans une chute de cheval, une fracture exposée du genou gauche. A la suite de l'infection du foyer traumatique, le genou s'ankylosa, et il persiste actuellement des fistules sur les deux faces latérales du membre. La projection antéro-postérieure obtenue, le 21 mars 1899, indique l'existence d'une fracture sus-condylienne du fémur, avec déplacement et chevauchement du fragment supérieur en dedans ; des ossifications irrégulières et d'opacité variable, entourent le foyer de fracture (fig. 1041). Sur l'épreuve transversale, on constate également l'état irrégulier du cal, qui est atteint d'ostéite. La rotule est soudée par ses extrémités au fémur et au tibia, et l'interligne articulaire est remplacé par une synostose (fig. 1042).

2° Périarthrites ossifiantes, d'origine traumatique.

Obs. I. — D..., 14e hussards. Étant à cheval, et marchant à une allure vive, son genou gauche heurta un arbre, et il tomba. Le genou se tuméfia fortement, et il se produisit une paralysie des muscles antéro-externes de la jambe, qui disparut à la suite de la libération du nerf sciatique poplité externe comprimé, au niveau du col du péroné, par du tissu osseux néoformé. Radiographié à cette

époque, nous constatons, sur l'image antéro-postérieure, la présence d'un petit noyau d'ossification dans le ligament latéral interne du genou (fig. 1043), et


Fig. 1041.


Fig. 1042.

sur l'épreuve transversale nous voyons plusieurs noyaux osseux, adhérents ou isolés, au niveau de l'extrémité supérieure du tibia et du péroné (fig. 1044).

Obs. II. — R..., 1er génie, a eu, il y a un an, le genou droit contusionné par le bordage d'un bateau. Il se développa consécutivement de la synovite fon-


Fig. 1043.


Fig. 1044.

gueuse, et le 20 juin 1900 M. le professeur Mignon pratiqua une synovectomie.

Le malade se levait, marchait, et était soumis à des séances de mobilisation, lorsque, le 15 septembre, il se plaignit d'une douleur vive, au-dessus du condyle

externe du fémur. A ce niveau on sentait une tumeur dure, que les rayons de Roentgen montrèrent constituée par trois noyaux osseux rapprochés l'un de l'autre (fig. 1045).

Il s'agissait d'un ostéome consécutif probablement à une petite rupture musculaire survenue pendant les mouvements de mobilisation. L'extirpation en fut faite facilement.

3° Lésions du genou par armes à feu.

Obs. I. — R..., 89e de ligne, nous est envoyé, en avril 1900. Huit ans auparavant, un pistolet chargé à plomb, qu'il tenait à la main, a éclaté, et les projec-



Fig. 1045.



Fig. 1046.



Fig. 1047.

tiles ont pénétré la face externe du genou droit; on en retira immédiatement quelques-uns. Actuellement, il se plaint de gêne dans les mouvements de l'articulation et de douleur en marchant. La radiographie prise sous deux incidences perpendiculaires, nous révèle la présence de cinq plombs superficiels, au niveau de la région postéro-externe du genou. Nous n'intervenons pas, et concluons à de l'exagération de la part du blessé qui depuis a fait son service.

Obs. II. — A..., officier général en retraite, a eu, en 1870, une fracture du genou par balle. Depuis l'accident, l'articulation est ankylosée dans la rectitude,

et il s'est développé de l'ostéite chronique, avec fistules permanentes. Sur l'épreuve antéro-postérieure obtenue, le 29 juillet 1898, on voit une synostose complète du tibia et du fémur, qui s'est faite dans la rectitude (fig. 1046); des saillies légères d'ossification périostique existent sur la partie inférieure du fémur et l'extrémité supérieure des os de la jambe. L'image transversale nous montre les mêmes ossifications périostiques; nous observons en outre que la rotule est soudée à la face antérieure du fémur, que la saillie postérieure des condyles fémoraux a disparu, et qu'au niveau de la synostose articulaire, en avant et en arrière, existent deux foyers d'ostéite raréfiante (fig. 1047).

4° Corps étrangers intra-articulaires.

Obs. I. — D..., lieutenant d'infanterie, porte un corps étranger mobile, dans chaque genou. Le corps étranger du genou gauche est le plus gros et également le plus mobile; celui du genou droit reste relativement fixé, dans la partie supéro-externe de la synoviale.

Sur la radiographie externe-interne de ce dernier genou (fig. 1048), on voit un corps étranger ovoïde, du volume d'un haricot, situé un peu au-dessus de la rotule, et l'on remarque également la présence d'un autre petit corps étranger,



Fig. 1048.



Fig. 1049.

dans la bourse prétibiale sous-ligamenteuse. Sur l'épreuve de l'autre genou, on constate que le corps étranger, placé contre le bord supérieur de la rotule, est beaucoup plus long et plus mince que celui du genou droit (fig. 1049).

Depuis l'âge de douze à treize ans, le sujet présente des hydarthroses bilatérales à répétition. Il a des antécédents rhumatismaux qui sont peut-être la cause du développement exagéré de la tubérosité antérieure du tibia gauche. Il n'accuse aucun traumatisme au niveau des genoux, dans sa jeunesse; il croit cependant que le corps étranger du côté gauche a grossi, à la suite d'une chute de cheval, en 1899.

Les deux corps étrangers ont été enlevés par M. le professeur Nimier, au moyen d'une arthrotomie latérale externe; celui de gauche mesurait 3 centimètres de long, sur 22 millimètres de largeur moyenne et une épaisseur de 3 à 4 millimètres; celui de droite, de contour circulaire, avait un diamètre de 12 à 15 millimètres et une épaisseur de 4 à 5 millimètres. Le petit corps étranger inclus dans la bourse prétibiale a été laissé en place.

Obs. II. — H..., 141e de ligne, a ressenti, pour la première fois, une douleur

dans le genou gauche, pendant une course de vitesse, en décembre 1901. Le genou a gonflé immédiatement. Depuis cette époque, il a eu des hydarthroses à répétition. A son entrée à l'hôpital de Marseille, le 6 août 1902, nous sentons un corps étranger mobile, qui a comme habitat d'élection la partie supéro-externe du cul-de-sac sous-tricipital. Le 7 août, une épreuve transversale montre le corps étranger dans cette situation (fig. 1050).

Je l'enlève le lendemain par arthrotomie ; il mesure environ 1 centimètre de hauteur, 8 millimètres de largeur et 6 d'épaisseur. Il est blanc laiteux, d'appa-



Fig. 1050.

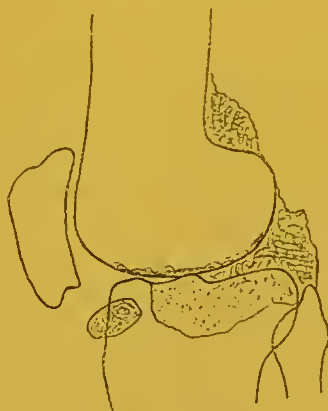


Fig. 1051.

rence cartilagineuse sur toute sa surface; l'une de ses faces est convexe, et l'autre un peu irrégulière. Sur une coupe, il semble constitué, en majeure partie, par du cartilage hyalin, mais près de l'une de ses extrémités, se trouve un noyau plus foncé et plus dur, du volume d'un fort pois. Il s'agit là d'un corps étranger ostéo-cartilagineux, qui semble être manifestement d'origine traumatique.

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques

a) Tuberculose du genou.

Obs. I. — F..., officier d'administration, souffre du genou droit, depuis cinq ans. En mai 1895, une chute dans l'escalier a donné un coup de fouet à la lésion. alors à son début. Nouvelle chute, en mai 1898. A partir de ce moment les lésions progressent rapidement, et depuis le commencement de 1899 le malade ne peut plus marcher.

Le 13 juillet 1900, nous le radiographions.

On constate cliniquement la présence de fongosités dans la synoviale, de la dislocation articulaire et du genu varum ; une fistule s'ouvre au niveau du creux poplité.

Sur l'épreuve transversale, on reconnaît l'existence de fongosités à la partie postérieure de l'articulation, on voit de l'érosion de la surface cartilagineuse du fémur et de la raréfaction de l'extrémité supérieure du tibia (fig. 1051).

Le 17 juillet, M. Nimier pratique la résection totale du genou. Une radiographie antéro-postérieure que nous prenons le 5 novembre, à travers l'appareil d'immobilisation, montre que le tibia a glissé en dedans et que le péroné se trouve dans l'axe du fémur, formant avec ce dernier os un léger angle à sinus externe. Des masses d'ossification se remarquent sur la face supérieure du tibia et le côté interne du fémur, dans le foyer traumatique, et au niveau du quart inférieur de l'os (1052).

b) Lésions dyscrasiques.

Obs. I. — Mme N..., cinquante ans environ, est atteinte d'arthrite déformante du genou droit. Sur la plaque impressionnée de dedans en dehors, le 22 mai



Fig. 1052.

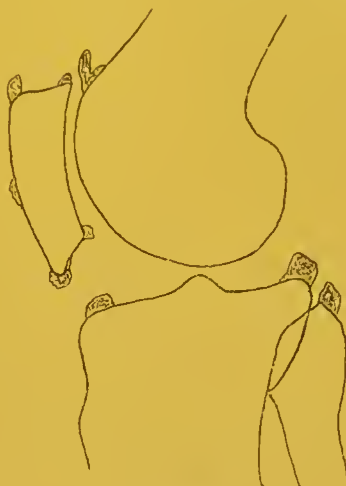


Fig. 1053.

1900, on constate de petites exostoses, au pourtour de la rotule, et sur les extrémités du fémur, du tibia et du péroné (fig. 1053).

Obs. II. — V..., officier d'administration en retraite, présente de l'arthrite chronique du genou gauche, datant de vingt ans environ. Le genou est en légère flexion et ne peut être étendu.

D'autres articulations sont également atteintes. L'épreuve transversale, obtenue le 2 avril 1900, montre des ostéophytes, au niveau de la pointe et de la



Fig. 1054.



Fig. 1055.

base de la rotule, et au-dessus de la trochlée fémorale. La capsule postérieure du genou est épaissie et masque le contour des condyles (fig. 1054).

Obs. III. — M..., rédacteur au Ministère, a eu une hémorragie cérébrale, le 12 février 1901 ; il s'en est suivi de l'hémiplégie gauche, avec contracture. Il présente des troubles trophiques, osseux et cutanés sur la moitié droite du corps, et simplement cutanés à gauche. Sur la radiographie antéro-postérieure du

genou droit, le 28 mai 1901, on constate, sur la face superficielle du condyle fémoral interne, deux masses osseuses qui semblent être des ossifications développées aux dépens du ligament latéral interne (fig. 1055).

Obs. IV. — R..., tambour-major en retraite, présente de l'arthropatie tabétique des deux genoux. Le sujet est atteint de tabès accentué, et la marche est impossible. Le 21 juillet 1901, nous prenons une épreuve transversale de chaque genou. Du côté gauche, les lésions sont très prononcées ; la partie inférieure de la diaphyse fémorale est augmentée de volume : elle est entourée d'un



Fig. 1056.



Fig. 1057.

manchon d'os néoformé, d'origine périostique; on ne distingue plus nettement le canal médullaire, ni la paroi compacte diaphysaire qui semblent confondus en une masse uniforme de tissu aréolaire, raréfié. Les condyles du fémur sont atrophiés, et entourés à leur partie postérieure par des ostéophytes libres, dont le tissu est plus opaque à la périphérie qu'au centre; la rotule est subluxée au-dessus de la trochlée fémorale. Des masses d'apposition d'os néoformé se voient sur le côté du condyle interne, et sur les faces latérales du tibia.

Les os de la jambe, grâce à la dislocation du genou, sont en rotation externe sur le fémur ; ils se présentent sensiblement de face sur la radiographie (fig. 1056), tandis que le fémur est vu de trois quarts.

Le genou droit est moins atteint : de légères ossifications périostiques se

remarquent en certains points du fémur, de la rotule et du tibia (fig. 1057); des corps étrangers, libres, de petit volume, se trouvent à la face postérieure des condyles.

§ 3. — Lésions congénitales

a) Os sésamoïde dans le tendon du poplité.

Chez quatre sujets, nous avons constaté l'existence d'un os sésamoïde, dans le tendon du muscle poplité. Ce petit os a été pris, par certains observateurs, pour un corps étranger articulaire; c'est pourquoi il nous semble important d'attirer l'attention sur sa présence.

Nous jugeons inutile de rapporter les observations dans lesquelles nous avons remarqué la présence de cet os sésamoïde : la première date du 7 novembre 1898. La situation à la face postérieure des condyles est indiquée sur la figure 994, où il a un centre moins opaque que la périphérie. Dans deux autres cas, il se présentait comme une tache ovalaire, de transparence uniforme, du volume d'un gros grain d'orge ; une autre fois, il avait un aspect en croissant, à concavité antérieure.

b) Exostoses ostéogéniques de l'extrémité inférieure du fémur.

Obs. I. — B..., 31e de ligne, présente une petite exostose, au-dessus du condyle interne du genou gauche, dont il s'est aperçu à la suite d'une chute en hauteur. Il s'agit d'une exostose congénitale, à pédicule large, recouverte par



Fig. 1058.



Fig. 1059.

une bourse séreuse, au niveau de laquelle on perçoit des frottements. Radiographie le 8 juin 1901 (fig. 1058).

Obs. II. — R..., 1re compagnie de remonte, a eu un traumatisme de la cuisse droite, par chute de cheval, à l'âge de huit ans. Actuellement existe, ainsi que les rayons de Roentgen le montrent, le 27 février 1901, une exostose pédiculée de la face externe du quart inférieur du fémur (fig. 1059). Le pédicule de l'exostose est constitué par du tissu compact ; sa tête, de structure aréolaire,

est recouverte de cartilage et entourée d'une bourse séreuse, ainsi qu'on put s'en rendre compte au moment de l'ablation de la tumeur, faite par M. Mignon.

Obs. III. — P..., sapeur-pompier, présente, à la partie inféro-interne de la cuisse droite, une tumeur osseuse, dont il a constaté l'existence, il y a cinq mois. Sur l'épreuve antéro-postérieure prise le 3 octobre 1900, on voit une exostose congé-

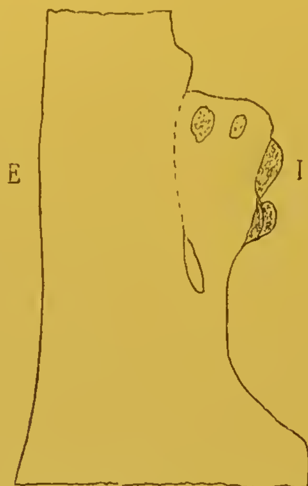


Fig. 1060.

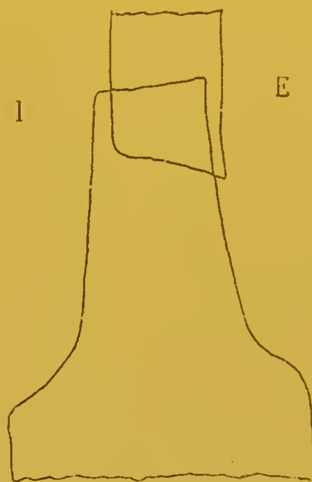


Fig. 1061.

nitale, dont le pédicule étroit et nettement isolé, s'insère au-dessus du condyle interne. La tête, renflée, s'est accolée à la face interne de la diaphyse du fémur, et l'a déprimée, pour s'y creuser un lit; elle offre deux petites excroissances latérales, et à son sommet se remarquent deux lacunes plus transparentes (fig. 1060). Son extirpation fut faite partiellement, le 17 octobre 1900, par M. Nimier; le pédicule fut laissé en place, comme le montra une radiographie ultérieure.

CHAPITRE VII

AFFECTIONS DE LA CUISSE

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de la diaphyse du fémur, par causes communes. — La solution de continuité peut intéresser le tiers inférieur, le tiers moyen, ou le tiers supérieur de la diaphyse.

a) Fractures du tiers inférieur.

Obs. I. — T..., 24e de ligne, se fracture la cuisse gauche, en tombant d'une fenêtre sur le sol, le 28 novembre 1900. Sur la radiographie antéro-postérieure (fig. 1061) prise huit jours plus tard, on constate un chevauchement des fragments, avec léger déplacement du fragment supérieur en dehors. L'image transversale nous montre que c'est le fragment supérieur qui s'est porté en

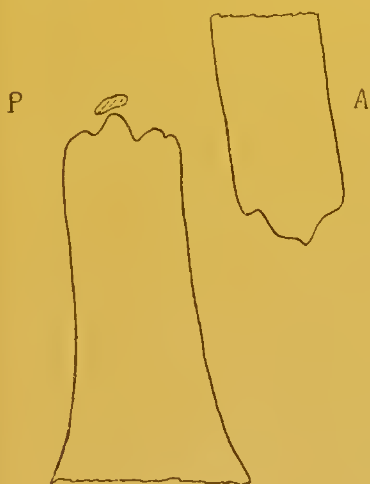


Fig. 1062.



Fig. 1063.

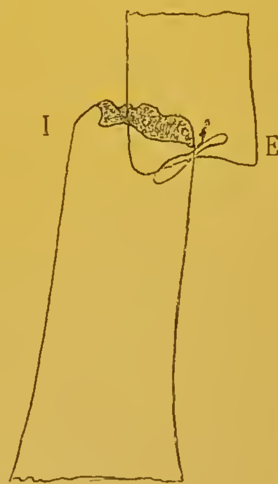


Fig. 1064.

avant de l'inférieur, et que le chevauchement est de 3 centimètres environ (fig. 1062). Le trait de fracture est transversal. M. le Professeur Mignon pratiqua la suture métallique des fragments et immobilisa le membre, au moyen d'une gouttière plâtrée antérieure.

De nouvelles épreuves sont prises le 2 février 1901 : la transversale indique que le chevauchement persiste en partie et que le fragment supérieur reste un peu déplacé en avant sur l'inférieur (fig. 1063) ; l'antéro-postérieure fait voir que le déplacement en dehors du fragment supérieur est beaucoup plus prononcé

que primitivement (fig. 1064). Les deux fragments forment entre eux un léger angle à sinus interne, et fait nouveau, le fragment inférieur a subi un mouvement de rotation en dehors assez accentué, ainsi que l'on peut en juger d'après l'aspect des condyles du fémur et la situation de la rotule. Le cal est en voie de formation. L'intervention sanglante et la suture n'ont donc eu, dans le cas présent, aucun bénéfice appréciable.

Obs. II. — B..., 22e d'artillerie, a eu la cuisse gauche fracturée, au tiers inférieur, le 24 avril 1901, par le passage de deux roues de fourgon.

Le blessé est traité par l'extension continue.

Le 10 juin, quand il commence à se lever, on constate une paralysie des

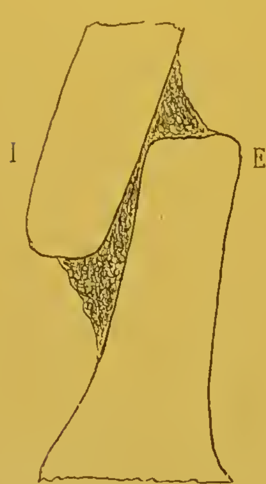


Fig. 1065.

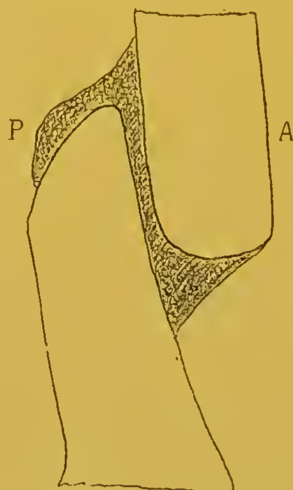


Fig. 1066.

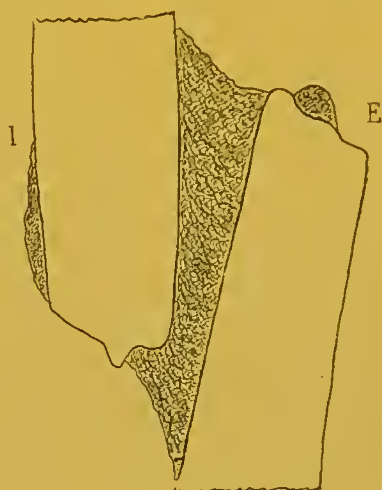


Fig. 1067.

muscles antéro-externes de la jambe; le nerf sciatique poplité externe a probablement été comprimé par l'appareil à traction. On le découvre et le soulève

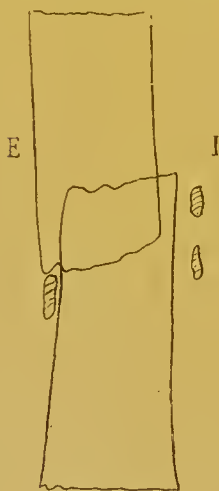


Fig. 1068.

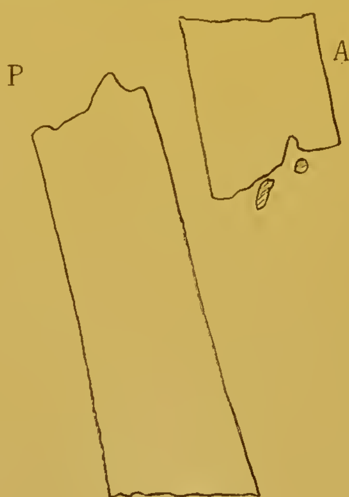


Fig. 1069.

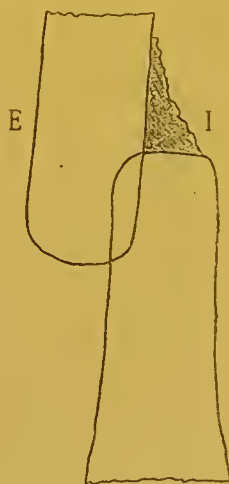


Fig. 1070.

légèrement, et deux jours après l'opération, les mouvements et la sensibilité reparaissent.

Les images obtenues le 30 septembre 1901, montrent que la fracture était

transversale et que les fragments se sont consolidés, avec chevauchement latéral externe et postérieur : il s'agit d'un cal en baïonnette (fig. 1065 et 1066).

Obs. III. — R..., 160e de ligne, se fracture la cuisse gauche, le 9 avril 1900, en sautant des pistes. Il est traité par la traction continue, avec l'appareil de Tillaux. Sur le cliché antéro-postérieur, fait le 3 juillet 1900, on voit que le fragment supérieur chevauche notablement en dedans le fragment inférieur, et que les deux fragments sont réunis en baïonnette par un cal intermédiaire ; il s'agissait d'une fracture transversale (fig. 1067).

Obs. IV. — O..., 115e de ligne, a la cuisse droite fracturée à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur, par l'écroulement d'une passerelle à l'Exposition, le 30 avril 1900.

Les deux épreuves, dans des plans perpendiculaires, prises le 18 mai, décèlent une fracture transversale, légèrement esquilleuse, et un chevauchement des fragments, le supérieur se trouvant placé en avant de l'inférieur (fig. 1068 et 1069). Après traitement par l'extension continue, avec l'appareil américain, nous constatons, le 2 juillet, que la consolidation s'est faite en baïonnette, avec persistance du chevauchement du fragment supérieur en avant et en dehors (fig. 1070 et 1071).

b) Fractures du tiers moyen.

Obs. I. — N..., enfant de huit mois, s'est fracturé, il y a trois semaines, le fémur gauche, dans une chute. Le 11 mai 1900, nous voyons sur la plaque sensible, une fracture transversale de la partie moyenne de la diaphyse. Les deux fragments sont réunis par un cal annulaire, formé par une virole externe, saillante, de tissu osseux très transparent (fig. 1072).

Obs. II. — T..., 9e hussards, s'est fracturé la cuisse gauche, il y a huit mois, en tombant de cheval.

Après consolidation, nous constatons que le cal est en baïonnette, sur

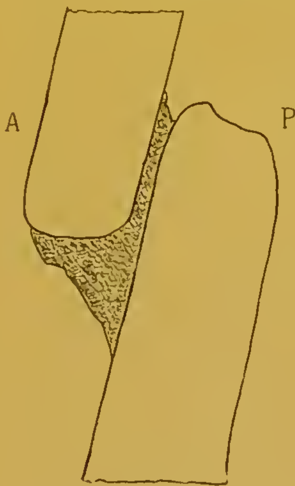


Fig. 1071.



Fig. 1072.

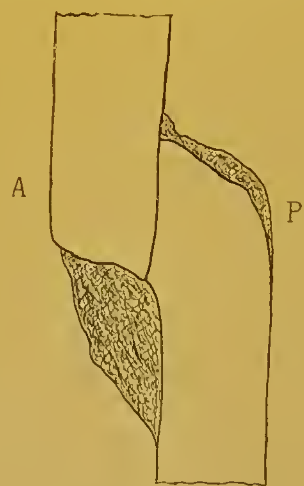


Fig. 1073.

l'épreuve transversale, et qu'il est relativement rectiligne sur l'image antéro-postérieure (fig. 1073 et 1074).

Nous ignorons le mode de traitement employé.

Obs. III. — H..., détenu militaire, s'est fracturé le fémur gauche, au tiers

moyen, le 27 avril 1904, en sautant par dessus un camarade; son pied tourna en dedans, pendant la chute et la cuisse gauche se replia sous son corps.

Le surlendemain nous prenons une projection antéro-postérieure de la cuisse, qui nous montre une fracture un peu oblique du tiers moyen de la diaphyse; le



Fig. 1074.

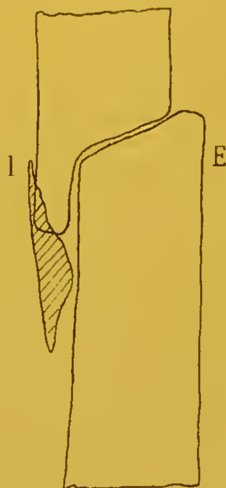


Fig. 1075.

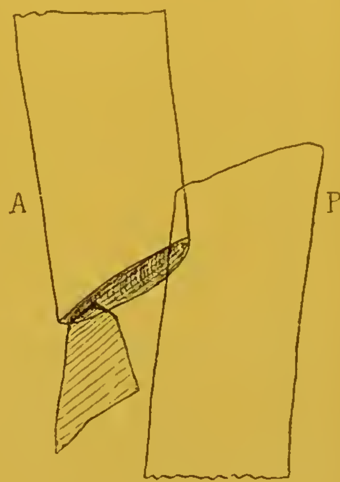


Fig. 1076.

fragment inférieur est légèrement déplacé en dehors et la pointe interne du fragment supérieur s'est brisée (fig. 1075).

Sur l'image transversale, on remarque que le fragment inférieur est déplacé en arrière et chevauche légèrement le supérieur ; dans l'angle antérieur cons-



Fig. 1077.

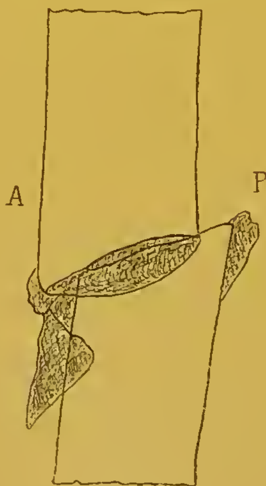


Fig. 1078.

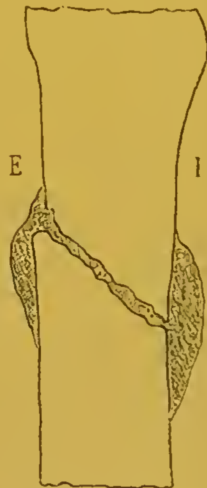


Fig. 1079.

titué par les deux extrémités osseuses, se trouve une grosse esquille; il existe une légère angulation à sinus antérieur (fig. 1076).

Nous appliquons l'appareil de Hennequin, après avoir fait des tentatives de réduction par traction, sans anesthésie.

Le 5 juin les rayons de Roentgen nous permettent de constater, la traction étant supprimée, que l'axe du fémur est rectiligne sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 1077); l'image transversale montre qu'il persiste un léger déplacement en

arrière du fragment inférieur, suivant l'épaisseur (fig. 1078); le cal commence à être solide, et il n'y a pas de raccourcissement appréciable.

c) Fractures du tiers supérieur.

Obs. I. — M..., 2e cuirassiers. Étant tombé de cheval, l'animal lui mit un pied sur la cuisse droite, et lui brisa le fémur. Nous prenons une épreuve antéro-postérieure de la cuisse soixante-cinq jours après l'accident, et constatons (fig. 1079) que l'os a été brisé obliquement, que les fragments sont en bonne position et réunis par un cal annulaire très visible.

Obs. II. — D..., infirmier réserviste, s'est fait une fracture exposée du fémur gauche, au tiers supérieur, le 16 septembre 1898, en tombant dans le fossé des



Fig. 1080.



Fig. 1081.

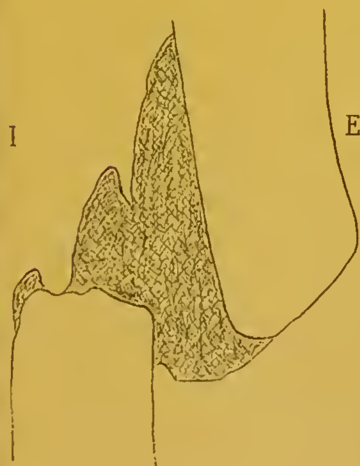


Fig. 1082.

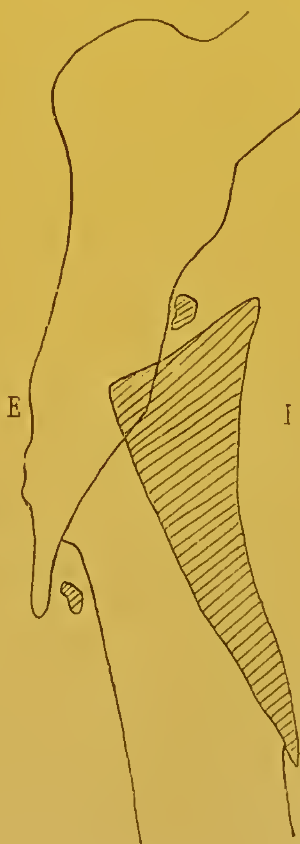


Fig. 1083.

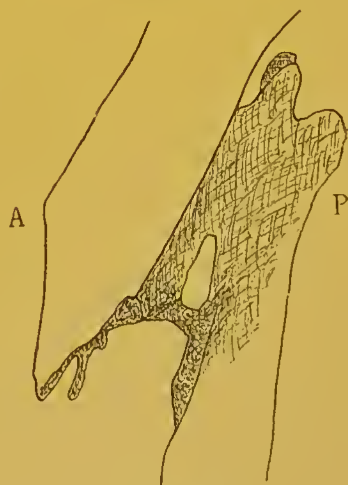


Fig. 1084.

fortifications de Paris. On débride la plaie située au côté externe de la cuisse; on enlève deux esquilles libres, puis on tente sans succès de maintenir les os en contact, au moyen d'une ligature au fil d'argent. La suppuration envahit le foyer de fracture. Un cliché antéro-postérieur pris le 4 décembre 1898 (fig. 1080) indique l'existence d'une fracture dentelée, légèrement esquilleuse, à trait sensiblement transversal.

Une ébauche de cal est visible. Le fragment supérieur est fortement déplacé en dehors, sans chevauchement. On pratique sur le membre de l'extension continue avec l'appareil de Hennequin, et nous faisons une nouvelle épreuve antéro-postérieure, le 16 mars 1899. Le déplacement a presque complètement disparu ; des ossifications périostiques se sont développées sur les deux fragments, mais il n'y a pas de cal appréciable ; une esquille s'est détachée du fragment supérieur, sous l'influence de la suppuration et forme séquestre (fig. 1081). Pour abréger le séjour au lit, on supprime l'extension, on place le membre dans une gouttière plâtrée, et on permet la marche avec des béquilles.

Le fragment supérieur se déplace à nouveau en dehors, à un degré même plus prononcé qu'au début, et la consolidation se fait dans cette position, au moyen d'un cal intermédiaire, à travées irrégulières, ainsi que les rayons X permettent de le constater le 26 mai (fig. 1082).

La suppuration persiste encore à cette époque.

Obs. III. — De R..., officier supérieur, tombe avec son cheval, le 20 mai 1898, la cuisse droite prise entre le flanc de l'animal et un trottoir. Deux ans plus tard, le cal n'est pas solide et le blessé ne peut marcher qu'avec un appareil prothétique. On sent le fragment supérieur qui fait, en avant, une saillie prononcée sous la peau. Sur l'épreuve antéro-postérieure prise le 2 juin 1900, on reconnaît une fracture comminutive et oblique, avec grande esquille interne, et déplacement en dehors du fragment supérieur (fig. 1083). Sur l'image interne-externe, on voit nettement la projection du fragment supérieur en avant ; l'extrémité du fragment inférieur présente une forme et un contour irréguliers ; un cal intermédiaire, peu dense, semble réunir les extrémités osseuses, mais cliniquement on constate des signes de pseudarthrose (fig. 1085).

Pathogénie et traitement des fractures de la diaphyse du fémur

Les différents cas de fractures de la diaphyse du fémur que nous avons observés, étaient le résultat de causes directes ou indirectes, ces dernières ayant agi par le mécanisme de la flexion.

Le traitement des fractures de la diaphyse du fémur nous semble devoir être dirigé de la façon suivante.

Fractures récentes. — Pratiquer immédiatement l'extension continue, avec l'appareil américain, connu également sous le nom d'appareil de Tillaux, ou mieux avec l'appareil de Hennequin. Placer tout d'abord au bout de la corde, un poids de 3 kilogs, que l'on augmentera progressivement, pendant les jours suivants, jusqu'à atteindre 5 ou 6 kilogs, suivant la musculature du sujet.

Vers le sixième jour, lorsque les muscles sont bien relâchés, par le fait de la traction, il faut prendre deux radiographies, l'une antéro-postérieure, et l'autre transversale, au lit du blessé, l'extension continuant à agir.

Si les os sont bien en place, il n'y a qu'à continuer l'extension, jusqu'à consolidation.

Dans le cas au contraire où il persisterait du déplacement, c'est à ce moment seulement que l'on devra faire des tentatives de réduction manuelle, en employant au besoin le chloroforme, pour obtenir un relâchement musculaire plus complet, puis on replacera l'extension.

Au bout de trois ou quatre jours on reprendra de nouvelles radiographies, dans les mêmes conditions que la première fois, et si le déplacement reste très prononcé, on sera autorisé à découvrir les fragments, au moyen d'une incision appropriée, et on procédera à leur réduction directe, en employant au besoin un levier interposé entre leurs extrémités. Faudra-t-il assurer la contention, à l'aide d'une ligature ou d'une suture métallique? Nous jugeons cette pratique inutile, et estimons qu'une fois la réduction obtenue, il suffit, pour maintenir la contention, de recourir à l'extension continue, en augmentant au besoin le poids de traction.

La conduite sera quelque peu différente, si l'on ne dispose pas d'un appareil à rayons de Roentgen transportable, et si le blessé ne peut être amené dans son lit au laboratoire de radiogrophie. On pourra alors procéder, comme nous l'avons fait pour le malade dont la lésion est représentée par les figures 1075 et 1076 : on prend immédiatement deux épreuves, pour se rendre compte de l'état du foyer traumatique, puis on tente en connaissance de cause la réduction manuelle et on place l'appareil de Hennequin. Au bout de trente à quarante jours, lorsque l'on juge cliniquement la consolidation suffisante, pour permettre de supprimer momentanément la traction, sans risquer un déplacement secondaire des fragments, on transporte le blessé, en brancard, au laboratoire et on prend deux nouvelles épreuves. Il sera évidemment trop tard à ce moment pour tenter la correction d'un chevauchement constaté, mais on pourra au besoin redresser une angulation, en modifiant l'axe de la traction et en appliquant un tampon compressif au niveau du sommet de l'angle à effacer.

Fractures anciennes. — On peut avoir à traiter soit une pseudarthrose, soit un cal vicieux.

Le traitement des pseudarthroses confirmées nécessite la découverte des fragments, leur avivement, leur coaptation par section des parties molles interposées, et leur contention par l'extension continue faite en direction appropriée. Ici encore la suture métallique nous semble plus nuisible qu'utile.

Les cals vicieux seront traités par l'ostéotomie linéaire transversale, ou oblique, ou l'excision cunéiforme, suivant les cas. Après l'intervention, on ne placera pas non plus de suture métallique, et on pratiquera l'extension continue en position convenable.

2° Lésions de la cuisse par armes à feu.

a) FRACTURES PAR BALLES.

OBS. I. — H..., militaire réformé, a eu la partie inférieure de la cuisse gauche traversée de dehors en dedans par une balle, en 1870. La plaie suppura et secondairement on fit l'extraction de plusieurs petites esquilles. Depuis cette époque, il persiste, au côté externe du membre, une fistule par laquelle sortent de temps en temps de petits séquestres. Le genou est ankylosé dans la rectitude. Les radiographies prises le 8 juillet 1898 montrent, au centre de la métaphyse inférieure du fémur (fig. 1085 et 1086), une grande cavité due à de l'ostéomyélite raréfiante; plusieurs fragments de plomb se remarquent sur l'os et dans les

parties molles voisines. M. le Professeur Nimier pratique un évidement osseux, en passant par le côté externe du membre. La guérison se fait, mais lentement, par épidermisation progressive de la fosse creusée dans le fémur.



Fig. 1085.



Fig. 1086.

De nouvelles épreuves obtenues le 13 août 1901 (fig. 1087 et 1088) indiquent l'aspect des lésions à cette époque.

Obs. II. — De M..., capitaine en retraite, a reçu, en 1870, une balle au quart inférieur de la cuisse gauche. Le projectile a cheminé d'arrière en avant, et de dehors en dedans, en fracturant le fémur. De nombreuses esquilles se sont



Fig. 1087.



Fig. 1088.

éliminées et la blessure est restée fistuleuse jusqu'en 1878, pour subir, à partir de ce moment, des alternatives de fermeture et d'ouverture. Actuellement il existe, à la face antérieure de la cuisse, une fistule datant de deux ans. Le genou est ankylosé en extension. Les clichés obtenus le 10 décembre 1900, montrent le fémur déformé et présentant, sur sa périphérie, plusieurs ostéophytes de faible saillie et constituées par de l'os raréfié.

Des fragments de plomb sont enkystés dans l'os et dans les parties molles. L'interligne articulaire fémoro-tibial, presque invisible sur l'épreuve antéro-postérieure (fig. 1089), se reconnaît encore sur la transversale (fig. 1090).

Obs. III. — P..., officier retraité, eut la partie moyenne du fémur fracturée, en 1870, par un coup de feu. La balle entrée par la face antérieure, fut extraite quelques jours plus tard, sous la peau de la face postérieure du membre. Cinq mois après le traumatisme, on enleva douze à quinze esquilles, par une



Fig. 1089.



Fig. 1090.

incision antérieure. Depuis trente ans, le blessé a constamment une fistule, tantôt en avant, tantôt en arrière. Le genou est ankylosé en rectitude ; la hanche est libre ; il existe un raccourcissement du membre de 8 centimètres.

Sur les plaques impressionnées d'avant en arrière (fig. 1091) et de dedans en dehors (fig. 1092), le 21 décembre 1898, on constate que le fémur, à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur, est augmenté de volume et présente une surface irrégulière ; le cal est légèrement en baïonnette. Sur l'os et dans son voisinage, on aperçoit plusieurs fragments de plomb enkystés, dont l'un a un centimètre environ de diamètre.

Obs. IV. — H..., médecin-major, a reçu en décembre 1900, au Soudan, une balle qui est entrée au niveau de la gouttière des vaisseaux fémoraux, au tiers moyen de la cuisse, pour sortir un peu plus haut, à la partie antéro-externe du membre, après avoir fracturé le fémur.

Le blessé fut évacué sur l'hôpital du Val-de-Grâce, où il arriva dans les premiers jours de décembre 1900. L'orifice d'entrée du projectile continue à donner du pus, tandis que celui de sortie est cicatrisé. Le 26 décembre 1900, une radio-

graphie antéro-postérieure (fig. 1093) permet de reconnaître une fracture forte-

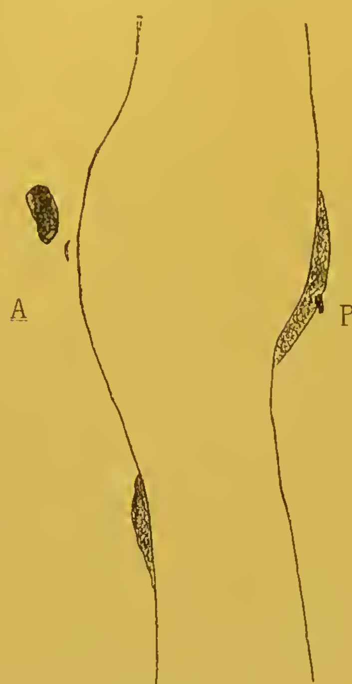


Fig. 1091.



Fig. 1092.

ment comminutive du tiers supérieur du fémur, avec inclinaison du fragment

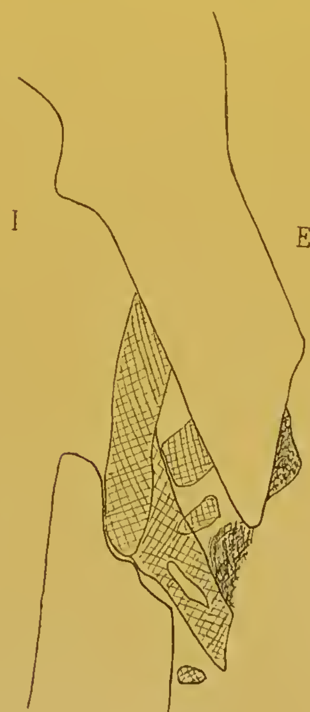


Fig. 1093.

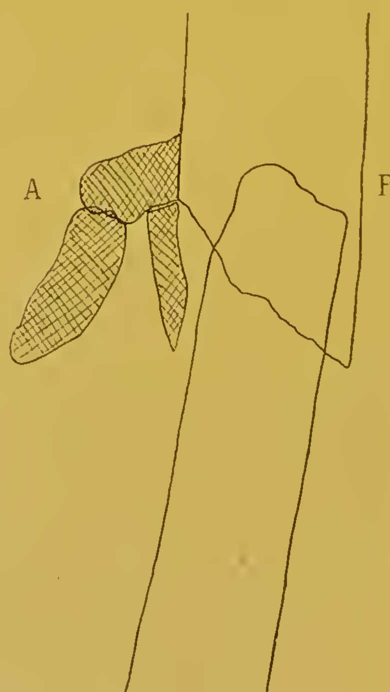


Fig. 1094.

supérieur en dehors. Sur l'épreuve transversale, prise le même jour, dans le sens externe-interne, on aperçoit trois grosses esquilles placées en avant du

foyer de fracture (fig. 1094). La disproportion du diamètre des fragments sur cette image, tient à ce que le fragment supérieur déplacé en dehors, se trouvait beaucoup plus éloigné de la plaque sensible que l'inférieur.

M. le Professeur Nimier pratique le nettoyage du foyer de fracture, avive les fragments et les réunit par une suture métallique vertico-transversale, laissant les extrémités tordues des deux fils d'argent sortir par les incisions interne et externe, de façon à pouvoir les enlever facilement, après la consolidation.

Le 18 janvier 1901, j'impressionne, d'avant en arrière, une plaque placée sous la gouttière métallique de l'appareil de Hennequin, et l'extension agissante. On remarque (fig. 1095) que les fragments sont en bonne direction, et l'on ne

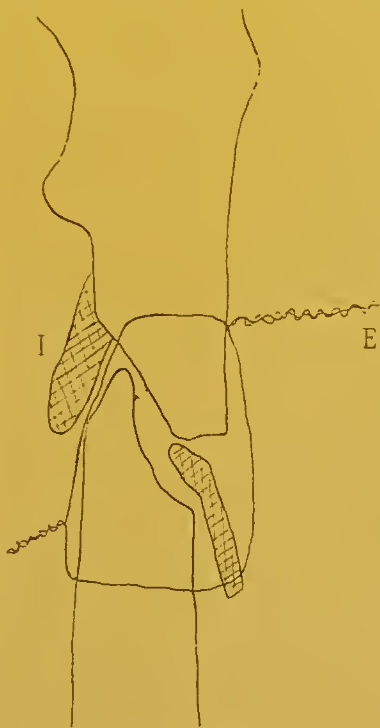


Fig. 1095.

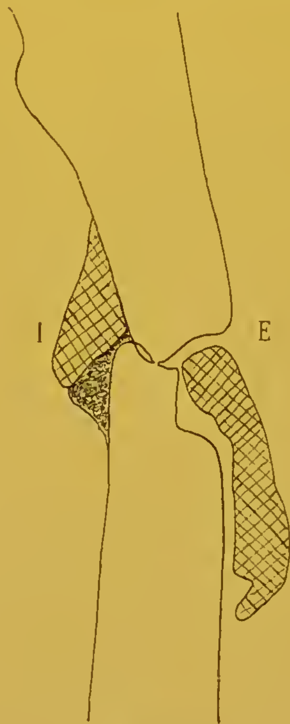


Fig. 1096.

voit plus que deux grandes esquilles latérales, dont l'une se trouve encadrée par le fil d'argent.

Pour ne pas trop prolonger le séjour au lit, on remplace, dans le courant du mois de mars, la traction continue par une petite gouttière plâtrée, et on permet au blessé de se lever et de marcher avec des béquilles, en appuyant légèrement sur le pied malade.

Le 19 avril, une épreuve prise à travers le pansement et la gouttière plâtrée, indique un léger déplacement angulaire des fragments à sinus interne (fig. 1096). Le cal commence à se former.

Un dernier cliché date du 31 mai 1901 : l'inclinaison des fragments a légèrement augmenté, mais cette fois le cal est nettement visible, et les esquilles latérales précitées ont été incluses dans sa masse (fig. 1097).

b) Fractures du fémur par boulet, ou par éclat d'obus.

Obs. I. — B..., caporal invalide, a eu une fracture du tiers moyen du fémur gauche, sans plaie, le 20 octobre 1854, dans les tranchées de Sébastopol. Le membre a été touché à la face postérieure, par un boulet rond, qui avait subi

préalablement un ricochet. La consolidation mit deux ans à se faire, et les

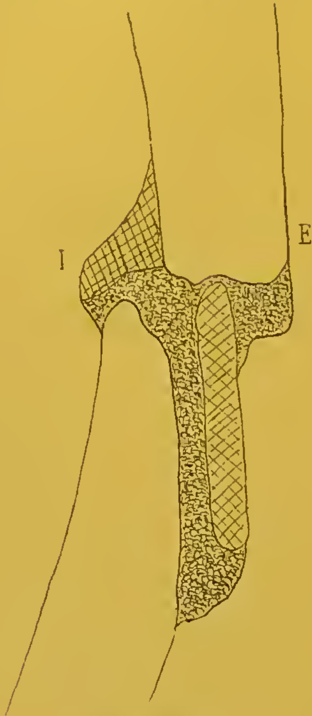


Fig. 1097.

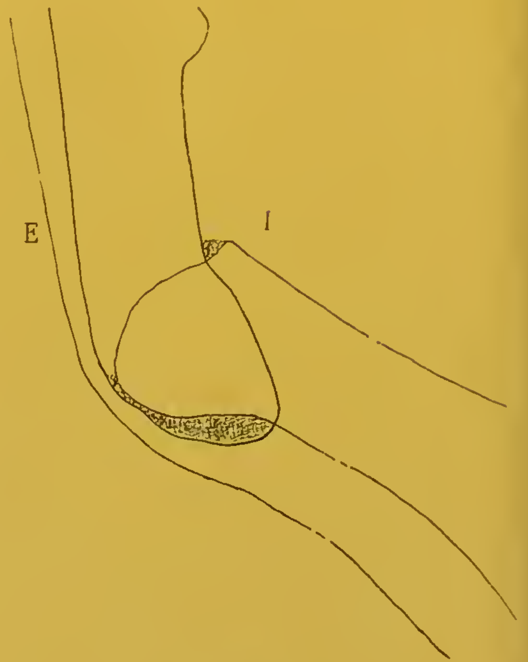


Fig. 1098.

fragments se soudèrent, en formant entre eux un angle obtus, à sinus interne.



Fig. 1099.



Fig. 1100.

Les articulations du genou et du pied sont à peu près complètement ankylosées. Le sujet marche comme un digitigrade, en utilisant un soulier spécial.

Ce cas a évolué comme une fracture par les agents traumatiques ordinaires, mal traitée.

Le 29 juillet 1898, nous prenons du foyer de fracture une image oblique de dedans en dehors, la plaque sensible étant inclinée et appliquée sur la face externe du membre (fig. 1098). Nous obtenons ensuite une deuxième épreuve postéro-antérieure, en mettant la plaque tangente à la face antérieure de la partie supérieure du membre, dont la partie inférieure porte à faux (fig. 1099).

Obs. II. — M..., soldat invalide, 55 ans, a reçu en 1870, un éclat d'obus à la cuisse gauche ; il en résulta une fracture comminutive du fémur. La cuisse, déformée, présente l'aspect d'une crosse à convexité externe ; le membre est fortement raccourci. Depuis 1870, une fistule postéro-externe reste constamment ouverte et a donné issue à de nombreuses esquilles. Sur la radiographie antéro-postérieure que nous obtenons en 1898, nous constatons la soudure angulaire des fragments, et la présence d'ossifications périostiques, de densité variable, dépendant du cal et envahies par l'ostéite (fig. 1101). Le foyer traumatique ne renferme aucun corps étranger métallique.

3° Ostéomes musculaires d'origine traumatique. — Les trois cas d'ostéomes de la cuisse que nous avons recueillis, étaient adhérents au fémur par leur base.

Obs. I. — V..., 5e de ligne, a reçu le 6 mai 1900, un coup de pied de cheval à la face antéro-interne de la cuisse gauche. Sur les épreuves antéro-postérieure



Fig. 1101.

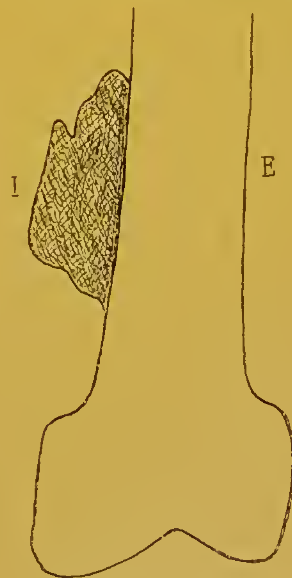


Fig. 1102.

(fig. 1101) et transversale (fig. 1102) prises le 5 juillet suivant, on distingue l'ostéome, avec son contour irrégulier ; il s'isole nettement du tissu de la diaphyse du fémur, auquel il adhère par une large base d'implantation.

Obs. II. — R..., 30e d'artillerie, a eu le 18 mai 1901, la cuisse gauche serrée entre la flèche de l'avant-train et la roue, pendant une mise en batterie. Il en résulta une petite plaie à la face postéro-interne du membre, et des phénomènes de contusion des parties molles, sans fracture du fémur. Vers le commencement de juillet, il se plaignit de souffrir en marchant, et l'on constata la présence

d'une tuméfaction de consistance osseuse, au-dessus du condyle externe du



Fig. 1103.



Fig. 1104.

fémur. Sur les plaques impressionnées le 23 septembre 1901, on remarque une exostose insérée par une large base sur la face externe du fémur, et se dirigeant en dehors et en arrière de l'os (fig. 1103 et 1104). Ne s'agirait-il pas tout simplement là d'une exostose ostéogénique, dont la présence aurait passé inaperçue, jusqu'à l'accident précité.



Fig. 1105.

Obs. III. — B..., 6e cuirassiers, a reçu,



Fig. 1106.

fin mars 1899, un coup de pied de cheval à la face antéro-interne de la cuisse

gauche. Consécutivement s'est développé un ostéome occupant la face interne de la partie moyenne et supérieure de la diaphyse du fémur. L'examen antéro-postérieur fait le 24 octobre 1899, montre différentes masses osseuses, de densité variable, et à contour irrégulier. Toutes n'adhèrent pas nettement à l'os ; il semblerait qu'elles se sont développées dans l'aponévrose d'insertion du grand adducteur, laissant des orifices libres, pour le passage des vaisseaux perforants (fig. 1105).

4° Moignons d'amputation de cuisse.

Obs. I. — K..., a été amputé de la cuisse, au tiers moyen, il y a plusieurs années, lorsque nous le radiographions, le 29 juin 1898. Le moignon est un peu conique cliniquement et radiographiquement (fig. 1106).

Obs. II. — R..., 2° étranger, subit l'amputation de la cuisse, le 15 avril 1901, pour une tumeur blanche du genou. L'amputation fut faite, à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur, par le procédé circulaire, avec réunion transver-



Fig. 1107.

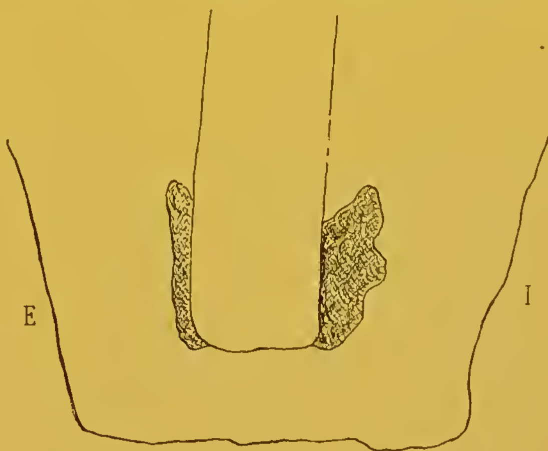


Fig. 1108.

sale. Sur l'image interne-externe, prise le 29 juillet 1901, on remarque à la face postérieure du fémur (fig. 1107), une grosse exostose, qui se profile sur les faces latérales de l'os, sur la plaque impressionnée d'avant en arrière (fig. 1108).

Obs. III. — G..., 141° de ligne, fut amputé de la cuisse droite, à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur, le 8 juin 1903, pour gangrène de la jambe et ostéite suppurée et chronique de la partie inférieure du fémur. Je pratiquais, par suite de nécessité, l'opération par le procédé à deux lambeaux latéraux ; la réunion eut lieu par première intention. Le 12 octobre 1903 nous prenons une silhouette radiographique du moignon (fig. 1109) ; il est bien conformé et l'extrémité de l'os est parfaitement garnie.

§ 2. — Lésions infectieuses

a) Lésions d'origine pyogénique.

Obs. I. — D..., 101° de ligne, conserve depuis trois mois et demi une fistule du creux poplité droit, consécutive à un abcès profond de la région. De petites esquilles se sont éliminées. Le 15 juillet 1901, les rayons de Roentgen indiquent la présence d'un foyer d'ostéite raréfiante à la face postérieure du fémur (fig. 1110).

Obs. II. — P..., 1er cuirassiers, a eu, à l'âge de douze ans, une ostéite juxta-épiphysaire suppurée de l'extrémité inférieure du fémur. La lésion semblait



Fig. 1109.



Fig. 1110.

guérie depuis longtemps, lorsque, en 1898, il se forma un abcès suivi de fistule, à la face interne du genou, au-dessus du condyle. Sur la radiographie prise, en

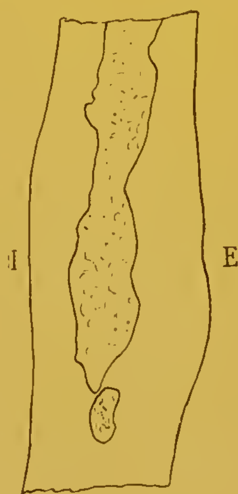


Fig. 1111.



Fig. 1112.

décembre 1899, on constate que l'extrémité inférieure de la diaphyse du fémur est tuméfiée ; la surface externe de l'os est irrégulière, ainsi que le contour du canal médullaire ; à la partie inférieure de ce dernier, existe une lacune transparente indiquant la présence d'un foyer d'ostéite raréfiante (fig. 1111). La métaphyse et l'épiphyse de l'os ne présentent aucune altération.

b) Lésions d'origine indéterminée.

Obs. I. — M..., commandant en non-activité, présente, dans la synoviale du genou gauche, un volumineux épanchement, qui s'est développé spontanément, il y a quelques jours. Il n'y a pas de réaction inflammatoire locale et pas de fièvre, bien que le liquide retiré par la ponction soit franchement purulent. Le malade accuse une syphilis remontant à de nombreuses années.

L'épreuve du genou gauche montre une exostose à la partie antéro-supérieure de la rotule et une hypertrophie de la moitié inférieure de la diaphyse du fémur (fig. 1112). Le fémur droit présente la même lésion; tandis que sur les images des tibias, des humérus et des os des avant-bras, on ne constate rien d'anormal.

Obs. II. — E..., soldat, est atteint de périostite chronique, non suppurée, de l'extrémité inférieure du fémur gauche. L'affection s'est développée sans cause

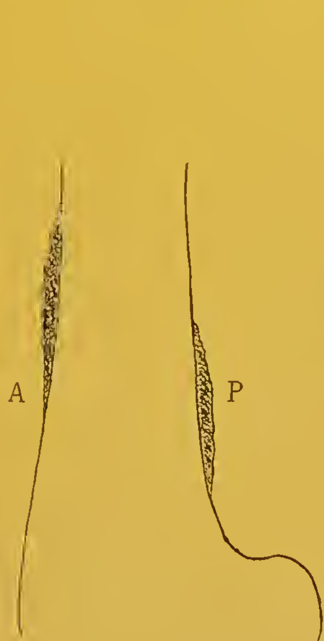


Fig. 1113.



Fig. 1114.

connue. Sur la plaque sensible on voit un manchon périostique, en forme de cal peu saillant, entourant la partie inférieure du fémur (fig. 1113).

Obs. III. — V..., officier général, présente de l'ostéomyélite chronique de l'extrémité inférieure du fémur droit, datant de deux ans et demi. Le malade est un ancien syphilitique. Sur les radiographies antéro-postérieure (fig. 1114) et transversale (fig. 1115) prises le 5 juillet 1901, on constate l'existence de foyers d'ostéite raréfiante, au centre de l'extrémité inférieure de la diaphyse, et l'os est rendu fusiforme à ce niveau, par suite du développement d'un manchon d'ossification périostique.

CHAPITRE VIII

AFFECTIONS DE LA HANCHE

§ 1. — Lésions traumatiques

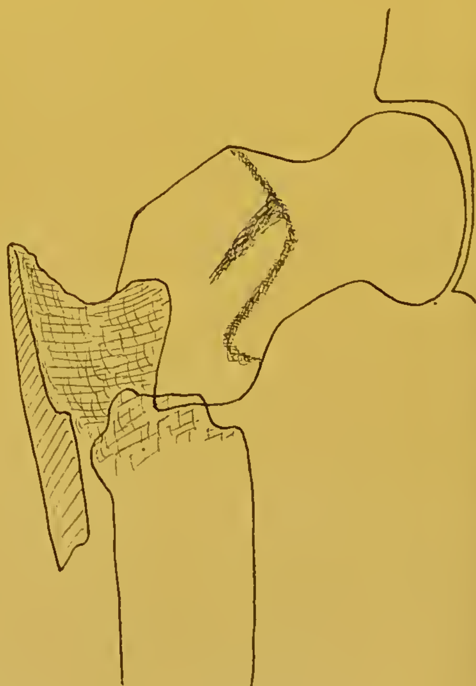
1° Fractures de l'extrémité supérieure du fémur, par causes communes.

a) Fractures sous-trochantériennes.

Obs. I. — P..., officier supérieur en retraite, se fracture la cuisse droite, dans une chute, en février 1898. Nous le radiographions le 13 juin 1899 (fig. 1116). Il existe une fracture sous-trochantérienne à trois fragments; le fragment



Fig. 1115.


Fig. 1116.

intermédiaire est représenté par une grande esquille latérale externe, déplacée en dehors. Le fragment supérieur, constitué par la tête, le col et le grand trochanter, a subi un mouvement d'inclinaison en arrière et une légère abduction: il en résulte que les fragments supérieur et inférieur font entre eux un angle à sinus antérieur et un peu interne.

b) Fractures inter-trochantériennes.

Obs. I. — C..., 1er cuirassiers, fait une chute de cheval, le 1er novembre 1898; le pied ne s'étant pas dégagé de l'étrier, il est traîné sur le sol, pendant une certaine distance. Six jours plus tard, nous observons une fracture dont le trait suit approximativement la ligne intertrochantérienne ; la base du col a pénétré légèrement dans le grand trochanter et le petit trochanter forme un fragment

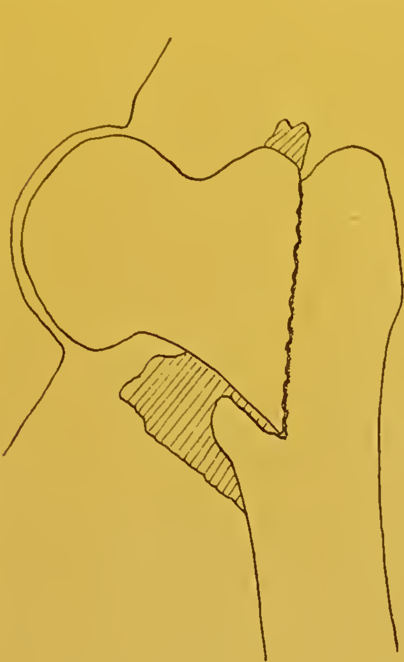


Fig. 1117.

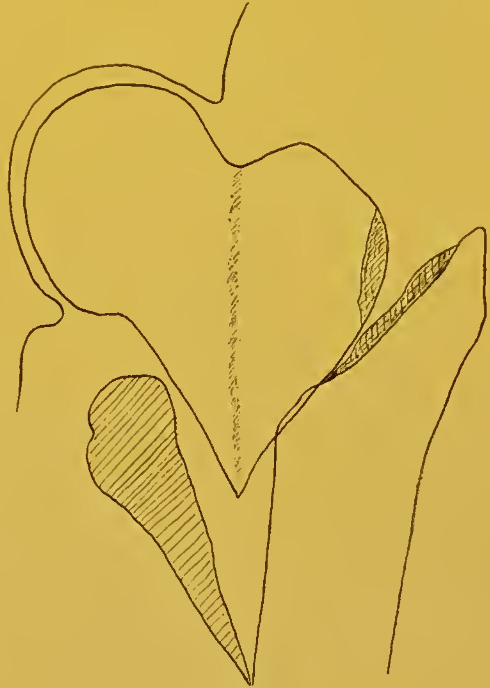


Fig. 1118.

détaché (fig. 1117). Le membre a subi une assez forte rotation en dehors, mais le raccourcissement est peu appréciable.

Obs. II. — L..., médecin de marine, a fait une chute sur la hanche gauche, le 23 novembre 1901, en descendant de tramway. Le membre est en forte rotation en dehors, et en adduction ; il n'y a pas de raccourcissement appréciable. La plaque impressionnée le 29 novembre, enregistre une fracture inter-trochantérienne à trois fragments; le fragment intermédiaire est constitué par le petit trochanter (fig. 1118).

c) Fractures du col du fémur.

Obs. I. — B..., commandant en retraite, est tombé sur la hanche gauche, le 14 avril 1904, en descendant de tramway. Il fut traité par le massage. Le 18 mai, nous constatons de la tuméfaction de la racine de la cuisse, de l'ascension du grand trochanter et de la rotation de la pointe du pied en dehors. A la palpation, on sent une tuméfaction dure, en dedans du grand trochanter qui ne semble pas épaissi. Le 18 mai les rayons de Roentgen décèlent une fracture de la base du col, avec pénétration, dans le grand trochanter, sans éclatement de ce dernier (fig. 1119).

Obs. II. — A..., officier supérieur, cinquante-six ans, s'est fracturé le col du fémur, en descendant de voiture; le membre inférieur droit appuyé sur le sol

s'est tordu en dehors; il n'y a pas eu de chute. Nous enregistrons, le 16 avril



Fig. 1119.



Fig. 1120.

1903 une fracture de la partie moyenne du col, avec petite esquille intermédiaire

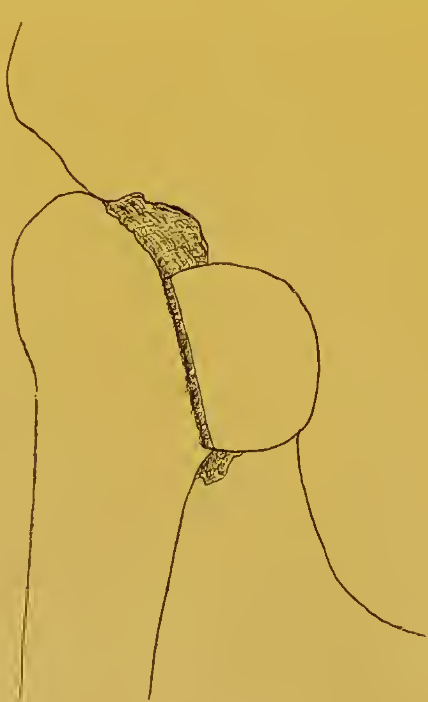


Fig. 1121.



Fig. 1122.

(fig. 1120). Le grand trochanter a subi une ascension assez prononcée et la con-

solidation s'est faite dans cette situation, le blessé n'ayant pu supporter la traction continue.

Obs. III. — C..., 35° artillerie, atteint de traumatismes multiples, dans un tamponnement de deux trains, présenta une fracture du col du fémur droit qui passa cliniquement inaperçue, au début, au milieu des autres lésions.

Les rayons X en révélèrent l'existence, le 15 novembre 1899, plusieurs mois après l'accident (fig. 1121). Il existe une fracture par pénétration du col du fémur, avec ascension, mais sans éclatement du grand trochanter.

Obs. IV. — P..., sous-officier d'artillerie coloniale, a fait une chute sur la hanche, en descendant du tramway, le 20 novembre 1901. On diagnostique cliniquement une luxation de la tête du fémur, et on pratique, sept jours plus tard, sous le chloroforme, des tentatives infructeuses de réduction. On recommence les mêmes manœuvres, toujours sous l'anesthésie générale, et avec le même insuccès, le 2 et le 8 décembre.

Le 26 décembre, le blessé est évacué sur l'hôpital militaire de Marseille, où il est radiographié, après examen clinique. Le membre inférieur gauche présente un raccourcissement de 15 millimètres; il est en abduction et en rotation en dehors. Le grand trochanter est élargi et entouré, ainsi que le col du fémur, de multiples et volumineux ostéomes pré et rétro-coxaux. L'ankylose de la hanche est complète; elle s'est faite en extension.

L'étude du cliché obtenu, confirme le diagnostic de fracture du col à sa base, avec pénétration du fragment supérieur dans le grand trochanter, qui a subi un mouvement d'ascension. La tête fémorale est en place. Le contour du col et des trochanters est estompé par les ombres portées par les ostéomes qui entourent ces parties (fig. 1122).

Traitement des fractures de l'extrémité supérieure du fémur

Dans les fractures du col du fémur, une fois le diagnostic établi cliniquement et confirmé par la radiographie, il faut procéder à la réduction, en employant au besoin le chloroforme, puis pratiquer l'extension continue avec l'appareil de Hennequin. Il ne faudra pas oublier d'effectuer de bonne heure des manœuvres de mobilisation, pour éviter l'ankylose. Toutefois, il faudra éviter les mouvements brusques et intempestifs, sans quoi on risquerait d'aggraver les désordres, d'irriter le foyer de fracture outre mesure, et de voir se développer les ostéomes péri-coxaux que nous avons signalés dans une de nos observations et qui produiraient une ankylose périphérique, par cerclage osseux. Il y aurait peut-être lieu, dans un cas de ce genre, de tenter l'ablation des ostéomes, pour rendre à l'articulation sa mobilité, ainsi que l'a préconisé Lejars, à la séance du 19 janvier 1901, de la société de chirurgie de Paris.

Chez les vieillards, il faudra apporter des tempéraments à l'application des préceptes précédents, de crainte qu'une immobilité relative n'amène des trouble sérieux dans le fonctionnement des organes respiratoires, circulatoires et urinaires, dont nous connaissons la susceptibilité chez les gens âgés. S'il y a engrènement des fragments, il faut le respecter, pratiquer du massage et permettre la déambulation à l'aide de béquilles, ou d'un appareil de marche prenant point d'appui sur l'ischion.

2° Fractures par armes à feu.

Obs. I. — T..., sergent retraité, a reçu une balle à la hanche droite, en 1870 : le projectile n'est pas sorti. Il existe une ankylose complète de l'articulation coxo-fémorale. Le 25 janvier 1901, nous prenons une épreuve de la lésion (fig. 1123). Le col du fémur a en partie disparu; la tête est soudée à la cavité cotyloïde, ainsi que l'indique le défaut de visibilité de l'interligne; des masses



Fig. 1123.

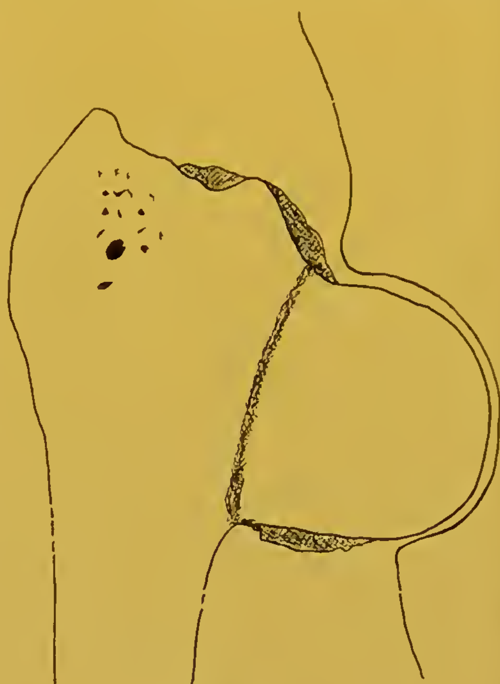


Fig. 1124.

osseuses d'apposition engainent le col à sa partie supérieure et inférieure et unissent les deux trochanters au sourcil cotyloïdien. La balle est divisée en deux fragments volumineux qui se trouvent au niveau et au-dessous de l'ischion : de petites parcelles de plomb se projettent sur le col chirurgical.

Obs. II. — R..., sergent retraité. En 1859, à Solférino, il a été frappé au niveau de la hanche droite par une balle qui a pénétré par la face antérieure, en dehors du trajet des vaisseaux et est sortie en arrière, au niveau de la fesse. Aucune intervention n'a été pratiquée, et, au bout de deux mois, la cicatrisation était complète. Le membre est raccourci: il existe une ascension du grand trochanter, mais les mouvements de l'articulation coxo-fémorale sont libres. Sur le radiogramme obtenu le 29 novembre 1901, nous constatons la forte ascension du grand trochanter, au niveau duquel se voient des parcelles de plomb incrustées; la tête se trouve dans la cavité cotyloïde: le col est massif et forme un angle aigu avec la diaphyse fémorale; il existe en un mot une coxa vara très prononcée (fig. 1124).

3° Luxations de la hanche.

Obs. I. — C..., 35e artillerie, traumatisé grièvement, dans un tamponnement de trains, présente une luxation du fémur gauche en haut et en arrière. L'épreuve faite le 15 novembre 1899, montre la cavité cotyloïde déshabitée, et la tête du fémur logée en haut, au niveau de la fosse iliaque externe (fig. 1125).

Obs. II. — T..., lieutenant d'infanterie, fait, le 4 juin 1901, une chute avec son cheval qui se renverse sur lui. Cliniquement on reconnaît une luxation de l'extrémité supérieure du fémur droit, en haut et en arrière et le 27 août, la

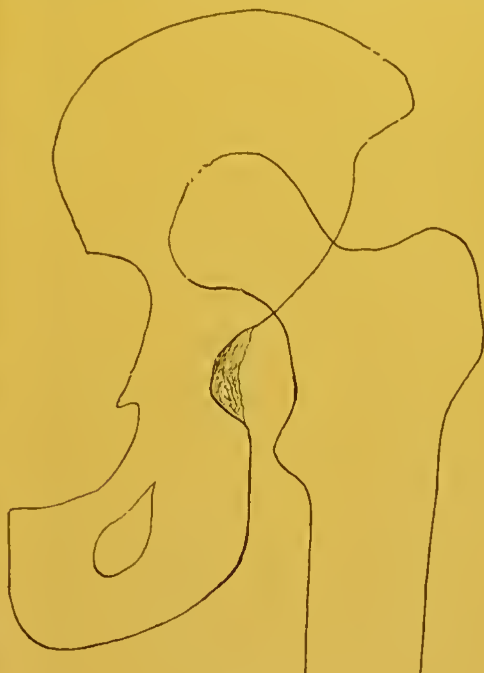


Fig. 1125.



Fig. 1126.

radiographie confirme le diagnostic en nous donnant une image sensiblement identique à la précédente.

M. le professeur Nimier découvre la tête, au moyen de l'incision postérieure de Langenbeck, et pratique sans succès des tentatives directes de réduction.

4° Corps étrangers de la hanche. — C'est une aiguille entrée dans la fesse, que nous avons à rechercher dans un cas; mais le plus souvent c'est à des projectiles que nous avons eu affaire.

Obs. I. — R..., élève à l'école polytechnique, a une aiguille dans la fesse droite, depuis huit jours. Le 30 juin 1900, nous tentons vainement de découvrir le corps étranger, au moyen de la radioscopie.

Sur une radiographie antéro-postérieure prise en incidence verticale, un peu en dehors du milieu du pli de l'aine, nous voyons l'aiguille projetée un peu au-dessus du grand trochanter (fig. 1126). Faisant ensuite coucher le sujet sur le ventre, nous appliquons verticalement la plaque sensible contre le grand trochanter, fixons un repère métallique sur la peau de la fesse, puis disposons l'ampoule de façon à ce que le rayon incident médian faisant un angle de 45 degrés avec la verticale, vienne traverser le sommet de la fesse, avant de rencontrer la plaque sensible. Nous apercevons alors l'aiguille qui se trouve située au-dessous de la peau de la fesse, dans une direction perpendiculaire à sa surface et à deux centimètres environ plus bas que le repère métallique cutané (fig. 1127). Le sujet ne consentit pas à laisser tenter l'extraction du corps étranger.

Obs. II. — P..., soldat libéré, a reçu au Dahomey, en octobre 1892, un coup de feu à la racine de la cuisse droite. La balle a pénétré à 4 centimètres au-

dessous de l'extrémité interne de l'arcade de Fallope, et n'est pas sortie; on ne la sent pas par la palpation. Le sujet n'éprouve aucune gêne; il désire simplement savoir s'il a une balle dans les tissus. Je me contente, en novembre 1901, de prendre une épreuve antéro-postérieure, sur laquelle on aperçoit le projectile projeté suivant une ligne verticale passant par la partie inférieure du petit trochanter (fig. 1128).

Obs. III. — B..., soldat libéré, a été blessé au Tonkin, le 7 décembre 1890. Il a reçu une balle qui est entrée par la région postéro-externe de la moitié gauche



Fig. 1127.

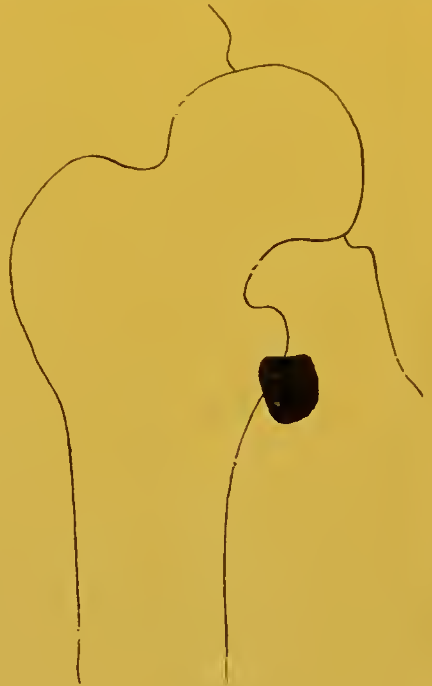


Fig. 1128.

du thorax, entre la 10e et la 11e côte, sur la ligne axillaire postérieure, et n'est pas sortie.

Une fistule persista pendant six mois, au niveau de l'orifice d'entrée, et ne se ferma qu'après l'issue de morceaux de drap. La cuisse gauche resta fléchie sur l'abdomen, pendant quatre à cinq mois.

En décembre 1898, le blessé vient nous trouver, et nous fait constater, à la partie supérieure et interne de la cuisse gauche, une tumeur pâteuse, globuleuse, du volume du poing, douloureuse à la pression profonde, non adhérente au pubis, ni au fémur. Sur la plaque sensible, on voit le projectile à cet endroit placé à peu près à égale distance du petit trochanter et de l'ischion (fig. 1129). Nous proposons l'extraction qui est refusée.

Obs. IV. — M..., équipages de la flotte, fut atteint par une balle de révolver, à la fesse droite, le 14 juin 1900. L'orifice d'entrée se trouve à 6 centimètres au-dessus du pli fessier, et à 2 centimètres de la ligne médiane; il n'y a pas d'orifice de sortie. Le 25 juin, nous repérons la balle, au moyen de deux radiographies perpendiculaires.

Après avoir placé sur la peau de la région antérieure de la cuisse un repère métallique, correspondant au rayon incident médian, et situé en regard de l'orifice d'entrée du projectile, sur la plaque impressionnée d'avant en arrière.

nous voyons que la balle se trouve sur une ligne verticale passant un peu en dedans du sommet du petit trochanter (fig. 1130). Nous prenons alors une

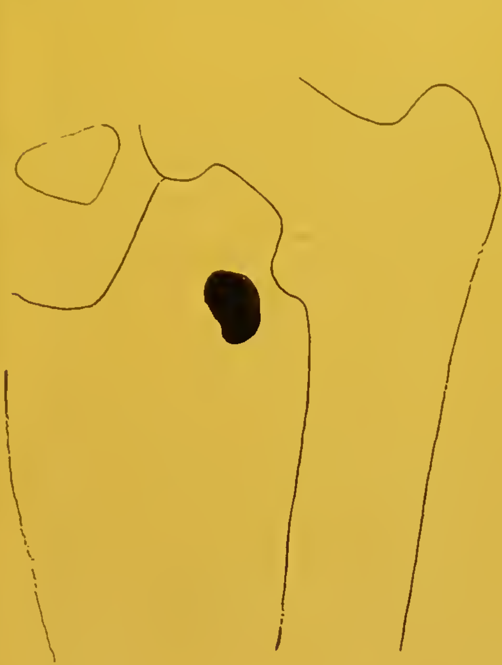


Fig. 1129.



Fig. 1130.

deuxième épreuve interne-externe, le malade couché sur le côté droit; le rayon oblique de 45 degrés environ, vient frapper un point situé au milieu de la face

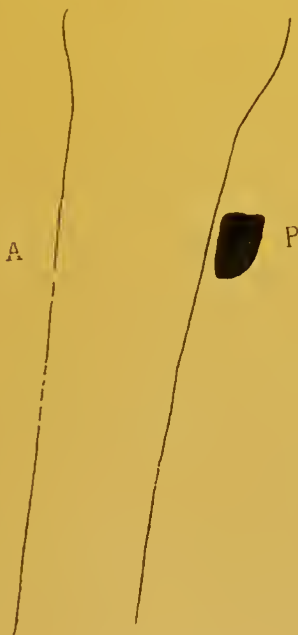


Fig. 1131.

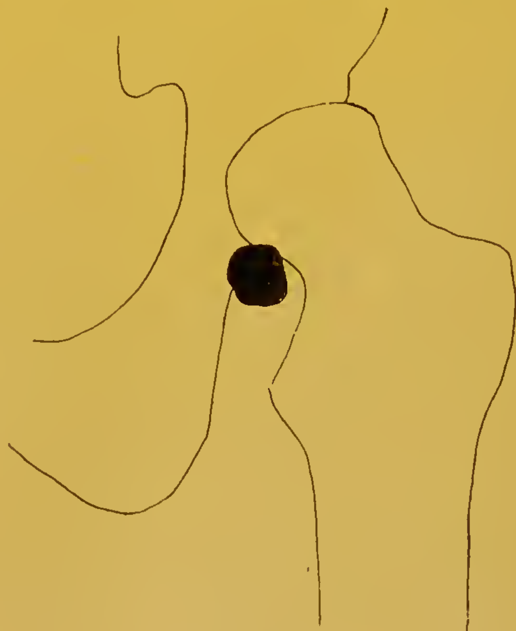


Fig. 1132.

interne de la cuisse droite, au niveau du pli génito-crural. Sur l'image obtenue, nous constatons que le projectile se montre sur une ligne transversale, tangente

à la face postérieure du fémur (fig. 1131). La balle se trouve donc à la rencontre de deux plans, l'un tangent au sommet du petit trochanter, et l'autre tangent à la face postérieure du fémur. Le blessé ne consentant pas à l'extraction, nous ne poursuivons pas les recherches de localisation.

Obs. V. — D..., 11e bataillon d'artillerie à pied, fut blessé accidentellement, le 10 février 1899, à une distance de 1 m. 50, par une balle de révolver, modèle 1874, du calibre de 11 millimètres. L'orifice d'entrée se voit au-dessous de l'arcade de Falloppe gauche, un peu en dehors du milieu; il n'y a pas de sortie. Au mois d'octobre, le blessé entre au Val-de-Grâce se plaignant de gêne dans les mouvements de la hanche et de douleurs irradiées dans la cuisse. La balle repérée par la radiographie, se trouvait placée au niveau du bord



Fig. 1133.



Fig. 1134.

antéro-inférieur du sourcil cotyloïdien (fig. 1132); elle fut extraite par M. le professeur Nimier.

A la suite de l'intervention, la plaie s'infecta, l'articulation suppura, et en décembre 1899, M. Nimier pratiqua une résection de la tête du fémur. Un cliché fait, le 6 août 1900, nous montre que l'ankylose s'est produite en excellente position. On remarque, au niveau du bord antéro-inférieur du sourcil cotyloïdien, la cavité où s'était logée la balle; ses parois sont encore incrustées de légères parcelles de plomb (fig. 1133).

§ 2. — Lésions infectieuses et dyscrasiques de la hanche

Obs. I. — B..., 2e cuirassiers, fut atteint d'ankylose de la hanche, dans le décours d'une fièvre typhoïde, une phlébite de la fémorale ayant nécessité l'immobilisation prolongée du membre inférieur dans un appareil. La cuisse est en légère flexion, abduction et rotation en dehors. Les rayons X témoignent que l'interligne coxo-fémoral est à peine visible: la capsule est ossifiée, au-dessus et au-dessous du col du fémur (fig. 1134).

Obs. II. — G..., 130e de ligne, a souffert de rhumatisme articulaire, à l'âge de quinze ans. Depuis cette époque, les mouvements de la hanche droite sont notablement réduits. Sur la plaque impressionnée, le 9 février 1900, on voit que le col du fémur est irrégulier, enserré par des ostéophytes, et que l'interligne coxo-fémoral est mal délimité (fig. 1135).

Obs. III. — D..., 128e de ligne, a eu vers l'âge de six ans, une inflammation mal définie des hanches, qui a nécessité une immobilisation prolongée. Les grands trochanters sont saillants et remontés. La marche se fait difficilement et avec claudication assez intense, plus marquée à gauche. Les différents mouvements qui ont pour siège les articulations coxo-fémorales sont limités, surtout le mouvement d'abduction. La projection obtenue, le 8 décembre 1898, indique que, du côté gauche, le plus atteint, le grand trochanter est saillant et



Fig. 1135.

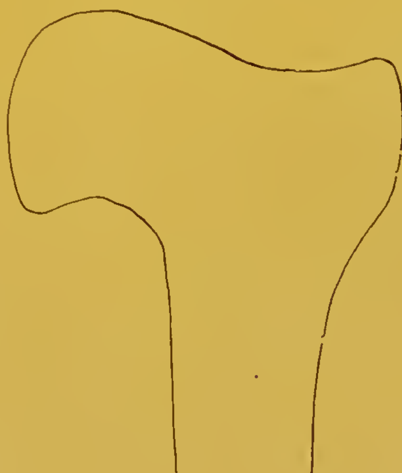


Fig. 1136.

que le col du fémur épaissi forme avec le corps un angle plus fermé que normalement (fig. 1136).

Obs. IV. — C..., 45e de ligne, fut atteint d'ankylose en demi-flexion de la hanche droite, à la suite d'une poussée de rhumatisme, en juin 1898. Au commencement de 1899, M. Nimier pratiqua le redressement du membre par ostéoclasie manuelle. Le foyer traumatique, quoique sous-cutané, suppura. Une épreuve prise le 3 mars 1899, montre que l'interligne coxo-fémoral a complètement disparu. Le col est épaissi, la fracture s'est faite au niveau de sa base; des ostéophytes l'entourent, ainsi que le grand trochanter (fig. 1137).

Obs. V. — H..., équipages de la flotte, présente, depuis deux ans, deux fistules à la racine de la cuisse droite : l'une au côté interne, l'autre au côté externe. Il marche sans souffrance. Une radiographie faite le 16 novembre 1901, permet de constater l'existence d'un foyer d'ostéite, du volume d'une petite noisette, au niveau du milieu de la ligne intertrochantérienne: il existe également des lésions d'ostéite superficielle, vers la base et le sommet du petit trochanter (fig. 1138).

OBS. VI. — O...., militaire réformé a fait une chute sur la hanche gauche, dans un escalier, en décembre 1894. Il s'est développé de l'ostéite fongueuse et



Fig. 1137.

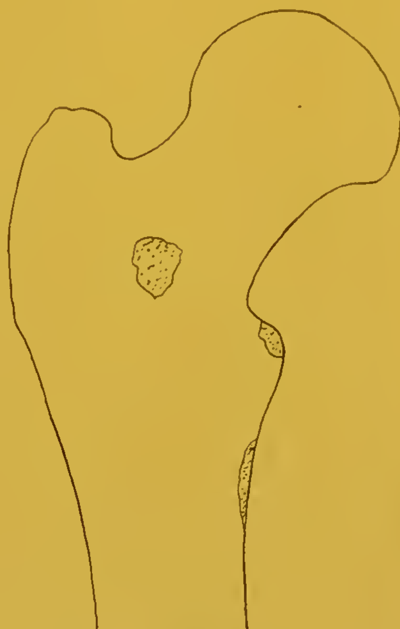


Fig. 1138.

suppurée du grand trochanter, laquelle a nécessité plusieurs incisions et un

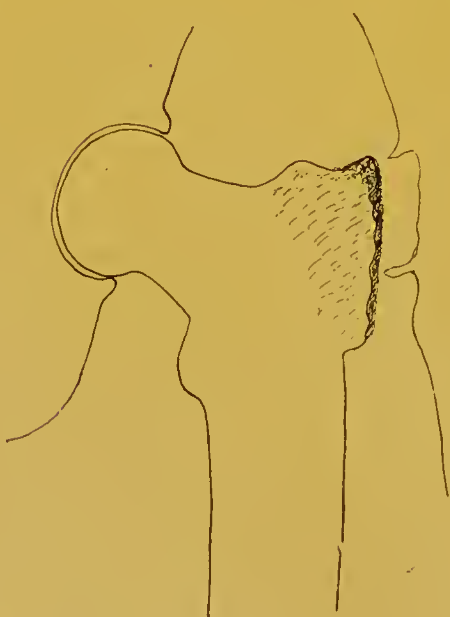


Fig. 1139.



Fig. 1140.

curetage. Il persiste des fistules dans la région, au moment où nous l'exami-

nons, le 8 janvier 1899. Le grand trochanter est épaissi, déformé et atteint d'ostéite superficielle de sa face externe (fig. 1139).

Obs. VII. — A...., capitaine d'infanterie, souffre, depuis trois ans, d'arthrite suppurée, fistuleuse de la hanche droite. La cuisse est en flexion, abduction et rotation en dehors. Sur le cliché recueilli, le 21 avril 1901, nous constatons une atrophie par érosion de la tête du fémur qui semble faire saillie dans le bassin, à travers le fond perforé de la cavité cotyloïde. Le pus a fusé dans la fosse iliaque interne, s'est collecté en arrière dans le tissu cellulaire sous-péritonéal, et a provoqué de l'ostéite de la moitié gauche du sacrum (fig. 1140).

CHAPITRE IX

AFFECTIONS DU BASSIN

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de la ceinture pelvienne, par causes communes.

Obs. I. — F..., brigadier au 6e dragons, tombe, avec son cheval sur lui, le 20 août 1901. Il semble présenter une fracture du bassin; mais comme il est gros et gras, il est difficile de se rendre compte cliniquement des lésions existantes. Il n'y a aucun trouble de la miction, ni de la défécation. Après un certain temps de séjour au lit, il marche sans claudication appréciable, mais



Fig. 1141.

éprouve quelques douleurs au niveau de la région pubienne. Le 26 novembre 1901, je prends une vue antéro-postérieure du bassin (fig. 1141). Il existe un léger degré d'ascension de l'os iliaque gauche, dû à une disjonction de la symphyse sacro-iliaque et à une fracture du pubis. Le pubis gauche brisé, horizontalement, au niveau de la branche ischio-pubienne, verticalement dans la continuité de la branche pubo-iliaque, et disjoint dans la symphyse pubienne, forme un fragment qui s'est déplacé en arrière et en dehors, et masque le trou obturateur gauche.

Obs. II. — J..., officier général, est tombé avec son cheval renversé sur lui,

le 14 décembre 1900. Nous sommes appelé à l'examiner quinze jours plus tard. et posons le diagnostic de fracture verticale double de la ceinture pelvienne que confirme une épreuve prise le même jour. L'os iliaque droit, entraînant le membre inférieur, a subi une ascension de 25 millimètres, constatée en traçant sur les radiographies une ligne tangente aux ischions, aux bords supérieurs des pubis et des crêtes iliaques. La symphyse pubienne disjointe, présente un écartement de 3 centimètres. La partie interne de l'os iliaque est arrachée, au niveau de l'articulation sacro-iliaque droite; deux esquilles libres se voient au-dessus de l'articulation cosco-fémorale (fig. 1142).

Malgré l'emploi d'une traction continue assez forte et prolongée, pratiquée sur le membre inférieur droit, et le placement d'une ceinture orthopédique des-



Fig. 1142.

tinée à resserrer le bassin et à rapprocher les deux pubis, les déplacements primitifs persistèrent, ainsi que le montrèrent plusieurs radiohraphies ultérieures. La solidité fut cependant suffisante, pour permettre à cet officier de continuer un service actif et de remonter à cheval, sans éprouver de gêne appréciable.

2° Lésions du bassin par coups de feu.

Obs. I. — B..., garde principal des milices tonkinoises, a reçu le 31 juillet, 1891, une balle qui pénétra, en échancrant l'épine iliaque antéro-supérieure, et resta logée dans les tissus, où elle fut cherchée sans succès, à l'hôpital d'Hanoï. La plaie restant fistuleuse, le blessé entra au Val-de-Grâce, en janvier 1892. M. le professeur Robert sentit avec la sonde de l'appareil Trouvé introduite dans la fistule, un corps dur qui mit en action la sonnerie; il fit sans succès deux tentatives d'extraction du projectile. La fistule persista et ramena le malade au Val-de-Grâce, en 1898.

Je localisai la position de la balle, au moyen de deux radiographies prises dans deux plans perpendiculaires; elle se trouvait au milieu de la face interne

de l'os iliaque, entourée à distance, de petits fragments de plomb satellites (fig. 1144). Elle fut extraite le 18 mai par M. Robert.

Obs. II. — G..., lieutenant, a reçu, en juin 1898, au Soudan, un coup de fusil chargé avec de la grenaille. La charge est entrée à 3 centimètres au-dessus et en dedans de l'épine iliaque antéro-supérieure droite. Un abcès s'est ouvert dans le rectum, trois ou quatre mois plus tard, et a donné issue à différents fragments métalliques. Pendant plus d'un an, le blessé a rendu du pus et du



Fig. 1143.

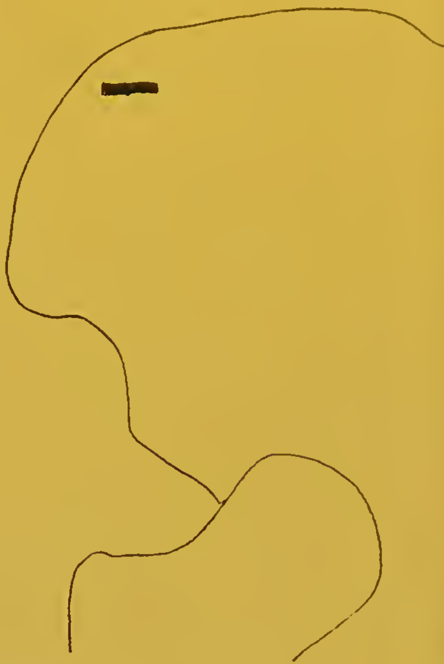


Fig. 1144.

sang avec les selles, et a eu un empâtement persistant de la fosse iliaque interne.

Lorsque nous le voyons, le 15 septembre 1900, il existe un abcès, au niveau de la paroi abdominale antérieure. Les rayons de Roentgen permettent de constater qu'il n'y a plus dans les tissus qu'un seul corps étranger (fig. 1144); il se trouve dans la paroi abdominale antérieure, d'où il est extrait par M. le professeur Delorme.

III. — CRANE ET MASSIF FACIAL SUPÉRIEUR

§ I. — Lésions traumatiques

1° Fractures des os de la face et de la voûte du crâne, par causes communes.

Obs. I. — D..., 23e dragons, a reçu un coup de pied de cheval sur la racine du nez, le 6 juillet 1900. Le 15 décembre, il accuse encore de la douleur à ce niveau, et nous le radiographions. Sur l'épreuve transversale obtenue, on voit que les os propres du nez sont divisés en plusieurs fragments et ont basculé en arrière, au niveau de leur base (fig. 1145).

Obs. II. — D..., 1er cuirassiers, a été atteint, il y a quatre ans, par un coup de pied de cheval à la tête. Il en est résulté une plaie des téguments, avec



Fig. 1145.



Fig. 1146.

enfoncement de la paroi crânienne, au niveau de la région occipito-pariétale gauche. La cicatrice cutanée est adhérente en son centre. La dépression osseuse, de forme ovalaire, mesure 4 centimètres de haut, sur 2 centimètres de large : elle correspond au cunéus gauche. Le sujet se plaint de diminution de la vue et de l'ouïe à gauche.

Le 30 novembre 1901, nous prenons une radiographie transversale du crâne, la plaque sensible appliquée sur le côté gauche. Sur le cliché, nous constatons, dans la paroi crânienne, une lacune ovalaire, se traduisant par un espace noir, à grand axe vertical, et en avant de cette lacune, se voit une bande blanche que nous représentons par des hachures; elle est due à une augmentation d'épaisseur de la paroi, par les esquilles déprimées (fig. 1146).

Obs. III. — W..., 2e cuirassiers, a reçu le 6 juillet 1901, une balle de foin sur la tête, il est tombé à la renverse, le crâne venant frapper le sol. Il y a eu une perte de connaissance pendant trois jours, et ultérieurement on constata une infiltration des téguments, dans la région pariéto-occipitale gauche et une petite ecchymose à la région mastoïdienne du même côté. Il n'exista aucun trouble



Fig. 1147.

paralytique, moteur, sensitif ou sensoriel; absence également de phénomènes d'excitation.

Nous examinons le crâne transversalement, avec les rayons de Roentgen, le 20 juillet 1901; la plaque appliquée sur le côté gauche de la tête, enregistre nettement une disjonction de la suture pariéto-occipitale gauche et de la moitié postérieure de la suture temporo-pariétale. Du sommet du temporal part un trait de fracture vertical, qui vient rejoindre l'extrémité antérieure d'une fracture horizontale, postéro-antérieure du pariétal (fig. 1147).

2° Fractures de la voûte du crâne par armes à feu.

Obs. I. — M..., sergent de tirailleurs algériens, a été frappé par la charge d'un fusil arabe, à une distance de 4 mètres environ, un peu obliquement d'avant en arrière, au niveau de la région temporo-pariétale gauche, le 20 février 1901, au combat de Timmimoun. Le blessé aurait eu primitivement de l'hémiplégie droite, puis il se produisit secondairement, à travers la perte de substance de la paroi crânienne, une hernie du cerveau, laquelle s'enflamma et se sphacéla.

Le 23 décembre 1901, nous observons une cicatrice déprimée recouvrant un trou osseux, correspondant à la partie inférieure du sillon de Rolando. Il existe de la contracture spasmodique des membres supérieur et inférieur droits, qui sont immobilisés en flexion, surtout la jambe. Le blessé marche avec une canne, en sautillant sur le pied droit. La pointe de la langue est déviée à droite. Les

troubles dans la région du facial sont peu nets : la commissure labiale semble un peu tirée à droite.

Il n'y a aucune altération des organes des sens, sauf des troubles de la parole ; le sujet cherche ses mots et prononce difficilement.

Nous prenons une radiographie transversale, la plaque sensible appliquée sur le côté gauche de la tête. Dans l'encadrement de la perte de substance osseuse se voient deux petites esquilles ; de petits fragments de plomb sont disséminés à la surface de l'image (fig. 1148).

Obs. II. — P..., quarante-un ans, a reçu, le 2 mars 1885, au Tonkin, un coup de feu, à environ 200 mètres. La balle frappa tangentiellement le côté gauche du crâne, et resta logée. Au réveil d'une perte de connaissance qui dura deux jours, on constata de l'hémiplégie droite et de l'aphasie. Au bout de quelques jours, on débrida la plaie et on enleva la balle, ainsi que des esquilles libres. Paralysie et aphasie disparurent progressivement, mais furent remplacées par des crises d'épilepsie jacksonnienne, qui allèrent en augmentant de fréquence et d'intensité avec les années.

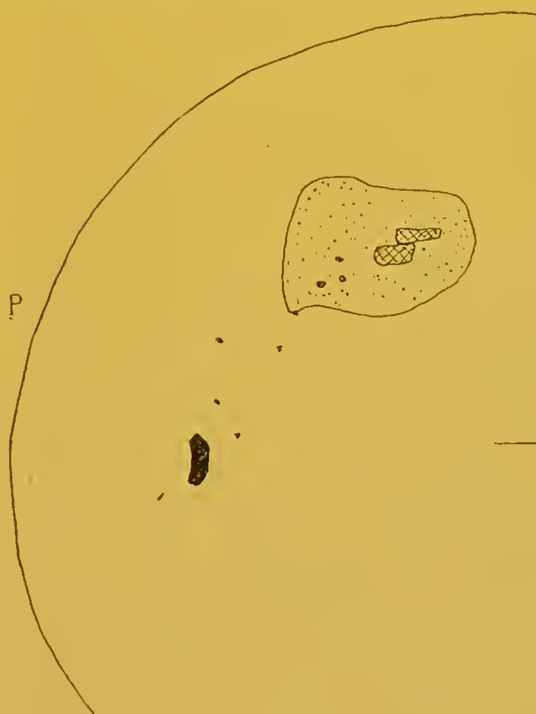


Fig. 1148.



Fig. 1149.

Le 27 avril 1900, nous examinons et radiographions le sujet. Au niveau de la suture fronto-pariétale gauche, se trouve une cicatrice mesurant 5 centimètres, dans le sens antéro-postérieur, sur 2 centimetres de hauteur. Sa situation répond approximativement au milieu de la circonvolution frontale ascendante et au pied de la deuxième frontale. Cette cicatrice déprimée à son centre, adhère aux bords d'une perte de substance osseuse ; elle est soulevée par les battements du cerveau. Sur la plaque sensible, on constate que la perte de substance osseuse mesure environ 35 millimètres de long, sur 15 millimètres de large ; de petits fragments de plomb provenant de la balle sont sont incrustés dans les bords antérieur et supérieur du trou osseux (fig. 1149).

Le 28 mai 1901, je pratique la résection de la cicatrice, régularise les bords de l'orifice osseux, résèque une gangue fibro-kystique dure-mérienne, et ouvre un ancien foyer hématique, dans lequel je trouve des fragments de plomb et d'os.

Le blessé a été présenté à la société de chirurgie de Paris, et son observation complète figure dans le bulletin de la séance du 27 novembre 1901.

Revu dix-huit mois après l'opération, il se trouvait satisfait, et n'avait plus de crises d'épilepsie.

3° Corps étrangers logés dans le crâne et le massif facial supérieur. — Nous allons étudier, dans le même paragraphe, les corps étrangers logés dans le crâne et dans le massif facial supérieur : la raison en est que, certains d'entre eux situés dans la région de la base du crâne, se trouvent en saillie, tantôt du côté du cerveau, tantôt du côté de la face, et que fréquemment, d'autre part, les cavités de la face servent de voie d'entrée à ces corps étrangers qui peuvent rester en route, ou aller atteindre le crâne; enfin, dernier argument, les méthodes de recherche et de localisation de ces corps étrangers, basées sur l'emploi des rayons de Roentgen, sont sensiblement les mêmes, pour les parties supérieures de la face et le crâne.

Hormis un corps étranger métallique du globe de l'œil, toutes nos observations concernent des projectiles, plombs ou balles, lancés par des armes à feu.

a) Corps étrangers métalliques de l'orbite.

Obs. I. — S..., ouvrier militaire, a reçu, en burinant une pièce d'acier, un fragment de métal qui a pénétré par la partie supérieure de la sclérotique de l'œil droit. Nous recherchons tout d'abord sa présence, au moyen d'une radiographie transversale, la plaque sensible placée contre le côté droit de la tête (fig. 1150). Nous tentons ensuite de préciser sa situation, dans la cavité orbitaire, en prenant une épreuve postéro-antérieure, mais le corps est peu volumineux et peu opaque, et l'ombre qu'il porte n'est pas nette, sur la plaque sensible. Nous avons alors recours à l'examen à l'écran, appliqué contre la tempe droite, et commandons au malade de mouvoir l'œil dans différents sens. Les déplacements effectués par le corps étranger, pendant ces oscillations du globe, nous permettent alors de préciser sa position dans le milieu oculaire.

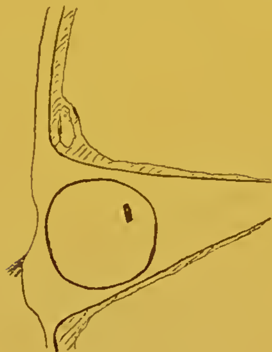


Fig. 1150.

b) Coups de fusil a plomb.

Obs. I. — B..., 39e de ligne, a été frappé à la tempe gauche, par une charge de plomb, tirée à la distance de 15 mètres, au mois d'août 1899. On a retiré deux plombs, après l'accident. Il se plaint actuellement de douleurs dans toute la tête, et éprouve des étourdissements passagers. Les rayons X décèlent l'existence de quatre plombs situés au pourtour de l'orbite, en dehors de la cavité crânienne; aucun ne se trouve dans le globe oculaire, ainsi que le démontre l'examen du globe en mouvement, pratiqué à l'écran.

Nous en concluons que cet homme exagère vraisemblablement et conseillons l'abstention opératoire.

Obs. II. — H..., 61e de ligne, a été atteint, à la distance de 3 mètres, en pleine figure, par une charge de plomb tirée par une carabine de salon. Les deux yeux ont été blessés, et il y a cécité absolue. Les projections roentgéniques obtenues, deux mois après l'accident, dans le plan sagittal, et dans le plan frontal, montrent la répartition de nombreux plombs, dans le massif facial supérieur; aucun ne se trouve dans le crâne, mais il y en a plusieurs dans l'une et l'autre cavité orbitaire. Pour préciser la situation de ces derniers, nous avons

recours à la radioscopie; nous voyons alors les plombs situés dans le globe se déplacer, lorsque nous faisons remuer les yeux au malade, tandis que ceux qui sont en dehors du bulbe oculaire restent immobiles.

c) Projectiles situés dans l'épaisseur, ou au-dessous du plan oblique de la base du crane.

Obs. I. — H..., officier d'administration de l'artillerie, a reçu une balle de révolver de 6 millimètres, le 9 octobre 1900. Le projectile a frappé au niveau de l'angle interne de l'œil gauche, où l'on remarque une petite plaie; mais il n'aurait pas pénétré dans les tissus, au dire du blessé. Sur le cliché transversal, obtenu dix jours plus tard, on trouve la balle contre la paroi inférieure de l'or-



Fig. 1151.



Fig. 1152.

bite, en avant du rebord orbitaire externe (fig. 1151) et sur l'image postéro-antérieure, il est placé dans l'angle inféro-interne de la cavité orbitaire (fig. 1152).

La balle se trouve donc située au niveau de l'angle inférieur et interne de l'orbite, à une très faible profondeur. Elle n'a pas été extraite, par refus du blessé.

Obs. II. — L..., soldat réserviste, a perdu la vision de l'œil droit. Le globe oculaire est intact. Il existe une lésion probable du nerf optique, causée par un projectile de révolver, de 7 millimètres, tiré à bout portant, dans une tentative de suicide, en février 1897. La cicatrice de l'orifice d'entrée se voit à 3 centimètres en arrière de l'apophyse orbitaire externe droite. L'accident a été suivi d'hémorragie par la plaie, d'épistaxis et de perte immédiate de la vue. Les jours suivants, il s'est produit une forte tuméfaction des tissus de l'orbite et une ecchymose palpébrale.

Le 15 juin 1899, nous prenons une épreuve transversale, pour rechercher la présence de la balle; elle se trouve située en projection vers le sommet de l'orbite, où l'examen de deux épreuves stéréoscopiques nous permet également de la localiser. Aucune intervention n'étant indiquée, ni désirée par le sujet, nous bornons là nos recherches.

Obs. III. — S..., 8e d'infanterie de marine, a reçu un coup de feu de la face à Madagascar, le 6 octobre 1897. La balle, ou plutôt une chevrotine est entrée à la racine du nez, du côté droit, et ne serait pas sortie, au dire du blessé. Le sujet a eu consécutivement une inflammation des fosses nasales, et une sinusite maxillaire droite. Comme il refuse toute intervention, nous nous bornons, au moyen d'une projection transversale à rechercher la présence du projectile, dont on voit l'ombre du volume d'une lentille, vers le milieu des fosses nasales.

Obs. IV. — P..., dix-sept ans, a été atteint à la face par une balle de carabine de 9 millimètres, il y a dix ans. Le projectile a pénétré à 5 centimètres en

arrière de la commissure labiale droite, puis a traversé la moitié droite de la voûte palatine, où se voit une petite cicatrice blanchâtre. Nous examinons le blessé le 19 septembre 1900; il se plaint de rhinites, de vertiges et de céphalalgie. Sur l'épreuve transversale, on aperçoit la balle au contact de la face supérieure de la voûte palatine, à 3 centimètres en arrière de l'épine nasale antérieure et inférieure: elle est un peu déformée (fig. 1153). Sur l'image postéro-antérieure,

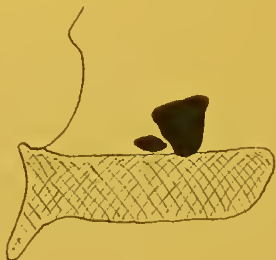


Fig. 1153.

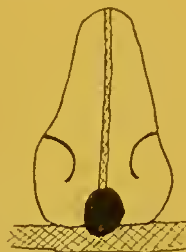


Fig. 1154.

le projectile se voit incrusté dans la cloison, débordant un peu plus du côté droit (fig. 1154). Une fois ainsi repéré, je le sens très bien avec une sonde cannelée introduite dans la narine droite. Je fais avec divers instruments, surtout la curette, plusieurs tentatives d'extraction par la narine; je ne ramène que des fragments de plomb, et ne puis extraire le projectile qui est fortement enclavé. car je crains de briser la cloison.

Obs. V. — R..., 122ᵉ de ligne, s'est tiré dans la bouche, le 6 juillet 1898, dans une tentative de suicide, une balle de révolver de 6 millimètres. L'orifice d'entrée se trouve sur le milieu de la voûte palatine, à droite de la ligne médiane. Hémorrhagie par le nez et par la bouehe, après l'aceident. Consécutivement, il n'existe aucun symptôme d'inflammation ou de rétréeissement des fosses nasales. Le 19 août 1899, nous recherchons la présence de la balle: elle est projetée, sur le



Fig. 1155.



Fig. 1156.

clieché transversal, contre la paroi antérieure du corps du sphénoïde (fig. 1155). Nous procédons immédiatement à sa localisation, en prenant une épreuve postéro-antérieure; l'ombre du projectile apparaît eette fois, au niveau de la partie moyenne de la fosse nasale gauche (fig. 1156). Nous en concluons qu'elle se trouve plaeée dans la partie supérieure et postérieure de la fosse nasale gauche, au niveau de l'extrémité postérieure du cornet moyen. Il eut été facile de contrôler cette localisation par la rhinoscopie; mais le sujet déclara se contenter de savoir qu'il avait une balle dans le nez, et s'opposa à toutes recherches en vue de son extraction.

d) Projectiles situés sur les faces latérales du crane, ou dans l'intérieur de la cavité cranienne.

Obs. I. — L..., 1er régiment d'infanterie de marine, s'est tiré trois balles, une dans chaque tempe, et une au niveau de la région précordiale, avec un revolver du commerce de 7 millimètres. Deux ont été extraites; celle qui a été tirée transversalement et horizontalement, dans la tempe droite, à 4 centimètres en arrière de l'apophyse orbitaire externe, est restée logée dans les tissus. Le 6 juin 1899, nous prenons deux radiogrammes; l'un transversal (fig. 1157), l'autre postéro-antérieur (fig. 1158). Sur le premier, la balle fait ombre, au niveau de la paroi antérieure du sinus sphénoïdal, qu'elle semble échancrer en un point; sur le



Fig. 1157.



Fig. 1158.

second, elle se projette en dehors de l'angle inféro-externe de l'orbite droit. Nous pouvons par conséquent en déduire, qu'elle est placée à une faible profondeur, dans la partie moyenne du tendon du muscle temporal, en dedans de l'articulation de l'apophyse zygomatique avec l'os malaire.

Le sujet ne voulut pas consentir à l'extraction du projectile, dont la présence ne le gênait nullement.

Obs. II. — D..., jeune soldat, s'est tiré, il y a trois ans, un coup de révolver de 9 millimètres, au niveau de la région temporale droite. Après l'accident on rechercha la balle sans succès. Six mois plus tard, il se tira, au même point un coup de révolver de 7 millimètres. Il n'eut pas de perte de connaissance, pas de paralysie, ni autres troubles fonctionnels, et ne resta que huit jours en traitement à l'hôpital.

Nous l'examinons le 10 décembre 1901. Il existe une cicatrice d'entrée, au-dessus du zygoma droit, à mi-chemin entre le bord antérieur du pavillon de l'oreille et l'apophyse orbitaire externe. Le blessé ne présente aucun trouble fonctionnel, n'éprouve aucune gêne de la mastication et ouvre normalement la bouche. Sur le cliché transversal, on voit les deux balles projetées en avant l'une de l'autre et masquant le corps du sphénoïde (fig. 1159); tandis que sur la projection postéro-antérieure, elles sont tangentes à la face supérieure du plancher de l'orbite, se trouvant l'une au niveau de l'angle inféro-externe de cette cavité, l'autre vers l'union de son tiers interne avec ses deux tiers externes (fig. 1160).

D'après ces données, nous pouvons repérer leur situation, le squelette en main; la première se trouve dans le fond de la fosse ptérygo-maxillaire, contre la face superficielle de la base de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde, au milieu des insertions supérieures du muscle ptérygoïdien externe; tandis que la seconde, moins profonde, occupe le fond de la partie antérieure de la fosse temporale, au niveau de la grande aile du sphénoïde, logée dans les fibres du muscle temporal.

Nous avons ensuite contrôlé les résultats précédents, en prenant deux poses sur la même plaque, après déplacement du tube d'une quantité déterminée; le calcul nous a indiqué que l'une des balles se trouvait à 5 centimètres de profondeur, et l'autre à 3 centimètres; ce résultat arithmétique concordait parfaitement avec la localisation anatomique précédente.

Le blessé n'éprouvant aucune gène du fait de la présence des projectiles,



Fig. 1159.



Fig. 1160.

refusa l'intervention opératoire, qui eut nécessité du reste, pour être menée à bien, la résection temporaire de l'arc zygomato-maxillaire.

Obs. III. — V..., militaire détenu, s'est tiré en 1897, une balle de révolver, calibre 7, dans la fosse temporale droite. La cicatrice de l'orifice d'entrée se trouve à deux centimètres en arrière de l'apophyse orbitaire externe du frontal, et sur une ligne horizontale passant par cette apophyse. Le blessé perdit immédiatement connaissance et tomba; il se produisit une hémorragie qui fut arrêtée par tamponnement; il y eut du subdélire pendant plusieurs jours. Au bout de quinze jours, il put se lever. Dans la suite, il éprouva des douleurs dans toute la tête, des vertiges, des étourdissements, et il était sujet à des crises nerveuses, mal déterminées, survenant de temps en temps.

Le 16 juin 1900, je pris deux radiographies, l'une transversale (fig. 1161), l'autre postéro-antérieure (fig. 1162). La première montrait la balle projetée sur

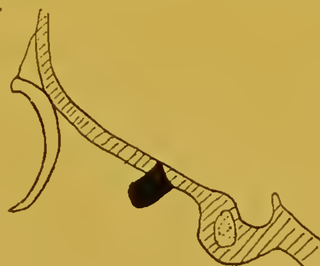


Fig. 1161.



Fig. 1162.

la face inférieure de la base du crâne, en un point situé à 2 centimètres en arrière de l'apophyse orbitaire externe, et sur une ligne horizontale passant par cette saillie osseuse; elle avait suivie une direction normale à l'orifice d'entrée cutané. La seconde épreuve décelait le projectile tangent à la convexité de l'angle supéro-externe de l'orbite droite. Il devait être enclavé dans la partie supérieure de la grande aile du sphénoïde et faire peut-être saillie du côté de la cavité orbitaire, ou plutôt du côté de la fosse sphénoïdale droite.

Le 26 octobre, M. le professeur Mignon incisa verticalement le muscle temporal, au niveau de la cicatrice cutanée : il sentit, avec le doigt, le projectile, dans l'angle antérieur et profond du prisme constitué par la fosse temporale, et le mobilisa avec la gouge et la sonde cannelée. Son ablation laissa subsister un trou osseux de 7 à 8 millimètres de diamètre, au fond duquel le stylet s'arrê-

lait dans des tissus mous, rouges et fongueux. Lorsque le blessé quitta l'hôpital, il n'avait plus, ni douleur, ni vertige (communication faite par M. Mignon à la société de chirurgie de Paris, séance du 23 janvier 1901).

Obs. IV. — B..., ouvrier d'artillerie s'est tiré un coup de revolver de 6 millimètres, à bout portant, au niveau de l'oreille gauche, le 30 juin 1901. L'orifice d'entrée se trouve au niveau du bord supérieur du tragus. Il y a eu perte de connaissance pendant une dizaine d'heures. Un médecin explora le trajet avec un stylet, sans rencontrer la balle. Trois semaines plus tard, il se produisit une suppuration de l'oreille moyenne et l'apophyse mastoïde fut trépanée.

Nous examinons le blessé le 22 novembre 1901. L'écoulement de l'oreille persiste et le sujet se plaint de céphalalgie et de vertiges.

Une plaque transversale est impressionnée (fig. 1163) : elle nous permet d'apercevoir le projectile placé vers la partie antérieure de l'hélix, à un centi-

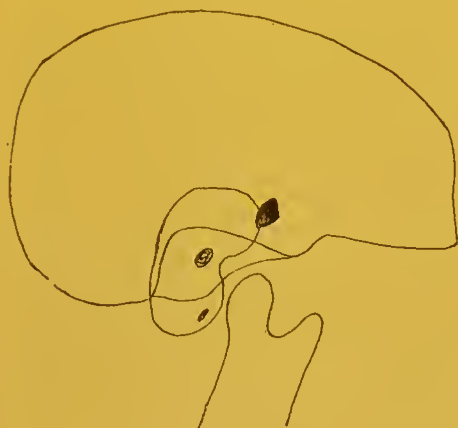


Fig. 1163.



Fig. 1164.

mètre environ au-dessus et en avant du tragus ; un petit fragment de plomb séparé, se trouve à un centimètre en arrière du col du maxillaire inférieur. Sur une épreuve postéro-antérieure (fig. 1164) nous constatons que la balle aplatie transversalement, se trouve incrustée à la face interne de la paroi crânienne, et que le fragment de plomb aberrant est logé dans la fosse ptérygo-maxillaire.

Prenant ensuite deux images sur la même plaque, avec un écartement déterminé des deux positions de tube, je calcule que le fragment principal est à moins de un centimètre de profondeur, dans la partie postéro-inférieure de la fosse temporale, et le petit fragment à environ 4 centimètres de profondeur.

Les deux procédés radiographiques nous donnent, comme on le voit, des résultats concordants. Le blessé ne se prête pas à l'intervention opératoire.

Obs. V. — B..., civil, s'est tiré, il y a sept ans, un coup de revolver à la tempe droite. Il se plaint de vertiges et de bourdonnements d'oreille depuis trois ans, accuse des douleurs bitemporales intermittentes, mais ne présente aucun trouble moteur, sensitif ou sensoriel. La cicatrice de l'orifice d'entrée du projectile se trouve à 25 millimètres en arrière de l'apophyse orbitaire externe, sur une ligne horizontale passant par cette apophyse.

Le 7 juillet 1898, nous prenons une radiographie transversale, sur laquelle nous constatons la présence de petits fragments de plomb, vis-à-vis l'orifice d'entrée, et d'un projectile au niveau de l'angle postéro-supérieur de la mas-

toïde (fig. 1165). Le sujet refusant toute intervention, nous ne poursuivons pas les recherches de localisation.

Nous croyons devoir faire suivre ces observations de quelques considérations sur la localisation et l'extraction des balles logées dans le crâne et le massif facial supérieur.

Sans revenir sur la question générale de la localisation des projectiles dans le crâne et la face, qu'il nous suffise de faire remarquer que, très souvent les balles lancées par les révolvers du commerce, s'arrêtent dans le massif facial, dans les parties molles qui tapissent la voûte du crâne, ou dans l'épaisseur des os qui constituent la boîte destinée à loger l'encéphale. Les procédés de localisation auxquels nous avons eu recours, sont par con-



Fig. 1165.



Fig. 1166.

séquent suffisants, ainsi que la preuve en a été faite dans les cas où les malades ont consenti à se soumettre aux tentatives d'extraction. Si au contraire les recherches opérées par ces procédés simples nous indiquaient que le corps étranger se trouve logé dans la substance cérébrale, nous nous abstiendrions de toute intervention opératoire, à moins d'indications complémentaires fournies par les localisations cérébrales, ou d'autres symptômes en foyer, ou bien nous aurions préalablement recours à la méthode de Contremoulins, si les circonstances nous le permettaient, avant de passer à l'acte chirurgical.

La plupart des projectiles extra-craniens dont nous avons eu à constater la présence n'amenaient pas ou peu de troubles fonctionnels, et les blessés refusaient généralement l'intervention opératoire qui leur était proposée.

Si le projectile se trouvait logé en pleine substance cérébrale, ou au niveau d'une zone dangereuse de la base, et que les troubles provoqués par sa présence soient nuls ou légers, nous estimons également, malgré la précision inhérente à la méthode de Contremoulins, qu'il y aurait lieu de s'abstenir, à moins que le sujet ne demande d'une façon pressante l'opération, dont on lui ferait connaître d'avance toutes les conséquences possibles.

§ 2. — Lésions infectieuses ou dyscrasiques du crane

Obs. I. — G..., employé au ministère des colonies, est rentré du Dahomey, il y a neuf mois, sans avoir jamais eu la syphilis, ni aucune manifestation tuberculeuse ; il présente, au niveau de la bosse frontale gauche, une tuméfaction saillante et fluctuante, douloureuse à la pression. Il éprouva de la céphalalgie, a eu des vomissements ; de temps en temps il se produit des crispations de la face. Sur le radiogramme transversal (fig. 1166) que nous prenons le 5 décem-



Fig. 1167.

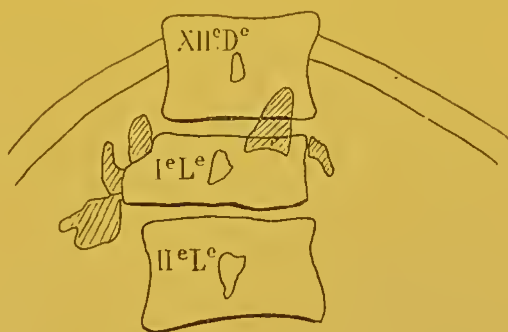


Fig. 1168.

bre 1898, nous constatons l'existence d'une cavité, du volume d'une lentille, creusée dans le diploé du frontal ; à la face externe de l'os se voient deux petites esquilles.

Obs. II. — Th..., capitaine d'infanterie, est atteint d'exostose médiane du frontal, d'origine indéterminée. Les rayons de Roentgen nous montrent une saillie osseuse, hémisphérique, à large base, appliquée sur la face externe du frontal, dont son tissu se différencie nettement (fig. 1167).

IV. — COLONNE VERTÉBRALE

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures de la colonne vertébrale, par causes communes.

Obs. I. — S..., 1re compagnie de remonte, fait une chute d'un deuxième étage, le 25 août 1901. L'épreuve antéro-postérieure obtenue le lendemain, montre l'existence d'une fracture par tassement, du corps de la première vertèbre lombaire (fig. 1168). Des accidents de paraplégie amenèrent notre collègue et ami Sieur, à pratiquer une laminectomie, pour découvrir la moelle. La mort eut lieu quelques jours plus tard.

2° Lésions de la colonne vertébrale, par armes à feu.

Obs. I. — M..., 31e ligne. Le 2 juin 1901, étant à une fête de banlieue, en contemplation devant un tir forain, il a reçu accidentellement, à bout portant, une balle de carabine Flobert, dans le dos. L'orifice d'entrée se trouve sur le côté droit de la deuxième apophyse épineuse lombaire, à un centimètre en dehors de la ligne médiane. Cet orifice, à grand axe vertical, mesurant 7 à 8 millimètres de diamètre, est fermé par du sang desséché ; il n'y a pas d'orifice de sortie. La palpation de la région et des zones avoisinantes, ne permet de sentir nulle part la balle. Le blessé accuse un peu d'endolorissement de la fesse gauche, et de la face postérieure de la cuisse du même côté. Il n'a pas de paralysie musculaire, mais présente un peu de diminution de la sensibilité à la piqûre, au niveau du pli fessier gauche. Il n'a pas rendu de sang par l'anus ou par l'urèthre.

L'examen à l'écran, pratiqué immédiatement, ne me permet pas de découvrir le projectile, ce qui arrive fréquemment avec ce mode d'exploration. Je procède alors à une radiographie de recherche, après avoir collé sur la peau, un repère en plomb, contre le côté gauche de la deuxième apophyse épineuse lombaire, afin de ne pas masquer la balle, si elle se trouvait dans la direction de l'orifice d'entrée. Sur la plaque développée, je vois le projectile à 13 centimètres au-dessous de l'orifice d'entrée, contre le bord droit d'une ligne verticale passant par les apophyses épineuses sacrées, et entre deux horizontales menées, l'une par les épines iliaques postéro-supérieures, et l'autre par les épines iliaques postéro-inférieures ; elle se trouve toutefois un peu plus rapprochée de la dernière ligne que de la première (fig. 1169).

Connaissant la situation approximative de la balle en surface, je fixe un repère en plomb, sur l'épine iliaque postéro-supérieure droite, c'est-à-dire un peu au-dessus et en dehors de la balle, et je prends deux nouvelles radiographies sur la même plaque, en déplaçant, pour chaque pose, le tube de Crookes d'une quantité égale à droite et à gauche du point de projection de la balle sur la paroi antérieure de l'abdomen. J'obtiens un second cliché qui me permet de calculer la profondeur de la balle sous la peau de la région et de l'évaluer à 2 centimètres environ.

Je procède ensuite à l'obtention de deux vues stéréoscopiques qui auraient pu me permettre de dire, si à cette profondeur de 2 centimètres la balle était logée dans les muscles des gouttières vertébrales, ou bien si elle se trouvait dans le canal sacré. Le couple obtenu ne fut pas suffisamment net et je ne pus tirer aucune conclusion de son examen.

Le blessé ne pouvant fournir aucun renseignement précis, sur la direction de l'arme, au moment où il avait été frappé, je pensai pour expliquer la situation du projectile, que le coup avait été tiré de haut en bas (ce qui concordait avec la prédominance du diamètre vertical de l'orifice d'entrée), que la balle s'était réfléchie sur une lame, ou sur une apophyse vertébrale, pour prendre une direction sensiblement verticale, qui lui aurait permis d'arriver vers la partie inférieure de la masse musculaire sacro-lombaire.

Guidé par ce diagnostic de probabilité, M. le professeur Mignon ouvrit la loge musculaire, l'explora dans différents sens, au niveau indiqué, et ne trouva rien.

Pendant l'opération, à laquelle j'assistais, je constatais que, pour arriver à 2 centimètres de profondeur, en passant légèrement en dehors de la crête des apophyses épineuses sacrées, il fallait absolument pénétrer dans le canal rachidien, la loge musculaire ne présentant cette profondeur qu'à une distance de 15 millimètres environ de la ligne médiane.

J'en conclus que la balle devait se trouver dans le canal sacré, qu'elle avait dû cheminer horizontalement entre la II° et la III° vertèbre lombaire, en perforant le ligament unissant les lames droites de ces vertèbres, pénétrer dans la cavité sous-arachnoïdienne, puis là s'arrêter par épuisement de sa force vive, et tomber par son propre poids dans la partie inférieure du cul-de-sac sous-arachnoïdien. Cette chute, sous l'influence de la pesanteur, rendait parfaitement compte de la situation du projectile, contre la ligne médiane, à 2 centimètres de profondeur et au-dessus des épines iliaques postéro-inférieures, qui correspondent à la II° vertèbre sacrée, point où se termine habituellement le cul-de-sac sous-arachnoïdien. Cette hypothèse expliquait d'autre part la position de la balle, la pointe en haut, ainsi que les rayons X nous la montraient; tombant librement dans le canal sous-arachnoïdien, elle avait pivoté, de façon que son culot plus lourd, se trouvât vers le bas.

Mais avant de proposer la trépanation du sacrum, et l'ouverture du cul-de-sac sous-arachnoïdien, il fallait vérifier, sur le cadavre, l'hypothèse que je venais de faire.

Sur un cadavre d'un homme d'une cinquantaine d'années, dont la mort remontait à cinq jours, j'incisai le ligament jaune réunissant les lames droites des II° et III° vertèbres lombaires, ouvris l'espace sous-arachnoïdien, et introduisis dans la cavité, une balle en plomb de 6 millimètres de diamètre et de 9 millimètres de long (la balle qui avait frappé le blessé, devait avoir, d'après les mensurations pratiquées sur la plaque sensible, 5 millimètres de diamètre, et 7 millimètres de longueur, mais je n'en possédais pas de semblables). Je fis ensuite une fenêtre à travers l'arc postérieur des II° et III° vertèbres sacrées et ouvris l'espace sous-arachnoïdien. Asseyant alors le cadavre sur le bord de la table, le soulevant et le laissant retomber sur ses fesses à plusieurs reprises, je vis le projectile sortir par l'orifice sacré. Je renouvelai l'expérience deux fois, et toujours la balle fit issue par l'ouverture pratiquée au canal sous-arachnoïdien.

En incisant consécutivement le canal, dans toute la hauteur des régions lombaire et sacrée, je me rendis compte que la balle pouvait facilement parcourir la cavité sous-arachnoïdienne, en passant, soit en arrière, soit en avant des nerfs de la queue de cheval.

L'expérience me sembla démonstrative, et j'en conclus que sur le vivant, où le liquide céphalo-rachidien est plus abondant que sur un cadavre dont la mort

remonte à cinq jours, le cheminement d'un projectile de 5 millimètres avait dû se faire très facilement, puisque celui de 6 millimètres avait pu passer dans notre expérience.

Le blessé souffrant, et désirant être débarrassé de son projectile, il fut opéré à nouveau, le 26 juin, par M. Mignon.

Après trépanation de la partie supérieure du canal sacré, le canal sous-arachnoïdien fut examiné sur toute sa surface, puis palpé à travers la dure-mère, sans que l'on rencontrât la balle. La dure-mère fut alors incisée et l'on explora à plusieurs reprises la cavité sous-arachnoïdienne, avec une sonde cannelée, ou une pince, sans obtenir le contact du projectile.

Malgré cette déconvenue, je n'en persistais pas moins à affirmer la présence de la balle dans le canal séreux, et pensais qu'elle avait dû être refoulée vers le

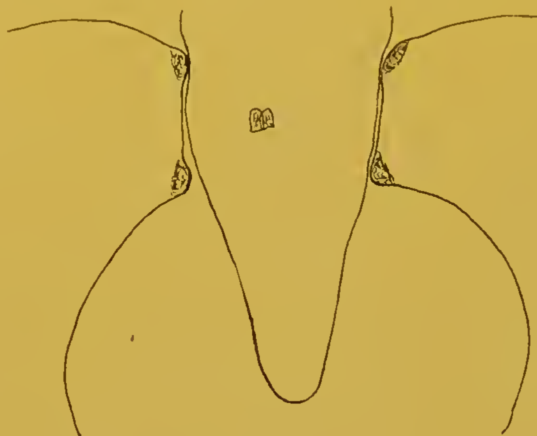


Fig. 1169.

haut par les manœuvres de palpation externe, ou par les instruments introduits dans la cavité.

Le 7 août, quand la plaie opératoire fut à peu près complètement cicatrisée, je procédai à une nouvelle radiographie, en employant la même méthode qu'antérieurement. Je constatai que le corps étranger occupait toujours sensiblement le même niveau, par rapport aux épines iliaques postérieures, mais qu'au lieu de se trouver légèrement à droite de la ligne médiane, il était reporté un peu à gauche et que son grand axe, de vertical était devenu transversal ; en outre, le calcul m'indiqua cette fois qu'il se trouvait à une profondeur d'un peu plus de 3 centimètres.

Ces résultats démontraient que la balle était restée libre, et qu'elle se déplaçait facilement ; d'autre part, sa plus grande profondeur s'expliquait par sa nouvelle situation, probablement dans la partie antéro-latérale du sac sous-arachnoïdien.

Je demandai alors à M. Contremoulins, de vouloir bien localiser cette balle, au moyen de sa méthode. Il repéra sa situation, par rapport à trois points fixes pris sur les épines iliaques postéro-supérieures et la pointe du sacrum. Le compas opératoire une fois réglé, indiquait que le projectile qui avait repris sa position verticale première, et se trouvait toujours à gauche de la ligne médiane, occupait sensiblement la place où je l'avais localisé et était situé à 3 centimètres de profondeur, en ligne verticale.

Le blessé qui assista à toute la série des recherches, fut frappé par leur extrême précision. M. Mignon fut également séduit par l'idée de pouvoir, à chaque instant, dans le cours de l'intervention, repérer sa route, en se guidant sur les indications fournies par la tige du compas d'opération.

Patient et chirurgien qui étaient, la veille réfractairesà toute nouvelle tentative d'extraction, se laissèrent convertir facilement et une nouvelle intervention fut décidée pour le 23 septembre.

L'acte opératoire fut mené, comme la fois précédente. Le cul-de-sac sous-arachnoïdien ouvert, on ne trouve pas tout d'abord la balle. Ce n'est qu'en explorant méthodiquement la cavité, avec une petite curette, que l'on put finalement ramener le projectile qui se trouvait placé dans la partie latérale droite de l'espace sous-arachonïdien, à 6 centimètres environ au-dessus du point où il avait été repéré par M. Contremoulins et par moi, point qui correspondait au au fond du cul-de-sac sous-arachnoïdien. Cette fois encore la balle avait été déplacée par les manœuvres opératoires préliminaires. Malgré tout, elle fut enlevée, à la grande satisfaction du blessé, du chirurgien et des radiographes. Il s'agissait d'un projectile de 5 millimètres de diamètre.

Il s'écoula une assez grande quantité de liquide céphalo-rachidien, pendant l'intervention. Les suites opératoires furent normales et le blessé n'accusa plus consécutivement aucune douleur.

§ 2. — Lésions infecteuses

Nous nous contenterons de relater deux observations de mal de Pott sous-occipital, la radiographie n'ayant pu nous fournir aucune image caractéristique, dans les cas de lésions tuberculeuses de la colonne lombaire.

Obs. I. — C..., jeune soldat, est atteint d'ostéite tuberculeuse de la poignée du sternum, et de mal de Pott sous-occipital. Sur l'épreuve transversale (fig. 1170), on constate que les condyles de l'occipital se sont luxés en avant de l'atlas, entrainant avec eux l'apophyse odontoïde de l'axis qui se trouve détachée à sa



Fig. 1170.

base, et placée en avant de l'atlas luxée elle-même en arrière sur l'axis. Le sommet de l'apophyse odontoïde fait saillie dans le trou occipital, par suite de la distance moindre qui existe entre les condyles de l'occipital et l'axis, du fait de la subluxation de l'atlas en arrière. Il y a de l'ostéite raréfiante de la partie antérieure de l'atlas et du corps de l'axis et un matelas de fongosités recouvre la face antérieure des premières vertèbres cervicales.

Obs. II. — B..., 104ᵉ de ligne, atteint de tuberculose tibio-tarsienne ayant nécessité une astragalectomie, présente consécutivement les symptômes d'un mal de Pott sous-occipital. Le 20 décembre 1898, nous prenons un radiogramme, d'avant en arrière, en faisant pénétrer les rayons par la bouche tenue fortement ouverte au moyen d'un bouchon, pour éviter la projection de l'ombre formée par le corps du maxillaire inférieur, sur les premières vertèbres cervicales. Sur la plaque, nous avons pu constater que l'atlas et l'axis étaient légèrement subluxées du côté gauche, et que leur image était floue, leur tissu étant envahi par l'ostéite raréfiante.

V. — RÉGION MAXILLAIRE INFÉRIEURE

§ 1. — Lésions traumatiques

1° Fractures du maxillaire inférieur, par causes communes.

Obs. I. — D..., 1er cuirassiers, tombe de cheval, le 21 décembre 1897, le pied gauche étant resté dans l'étrier. Il fut traîné sur le sol, pendant plusieurs mètres, et sa tête frappa contre le mur, à la porte du manège. Transporté immédiatement à l'hôpital, nous constatons l'existence d'une fracture verticale double du maxillaire inférieur; à droite, le trait siège au niveau de l'angle de la mâchoire; à gauche il se trouve sur la partie moyenne de la branche horizontale. Ne pouvant obtenir la réduction d'une manière suffisante, nous décidons de pratiquer la suture osseuse. L'opération est faite, le 28 décembre, par la voie cutanée. A gauche il existe un fragment intermédiaire, à base inférieure,

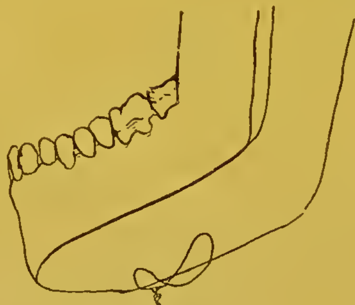


Fig. 1171.

large de un centimètre, formant coin entre les deux autres; je dispose une anse externe de fil d'argent, dont les extrémités, après avoir traversé les deux fragments principaux, sont ramenées obliquement sous le bord inférieur du maxillaire où elles se croisent pour soutenir le fragment intermédiaire, puis passent sous l'anse externe sur laquelle on les tord. Je réalise ainsi une suture en huit de chiffre.

A droite, le trait de fracture présente une double obliquité de haut en bas, d'avant en arrière et de dehors en dedans : partant en haut de derrière la dernière molaire, il aboutit en bas à l'angle du maxillaire. Le fragment postérieur chevauche la face externe du fragment antérieur. La réduction n'est possible, qu'après la section de fibres interposées du ptérygoïdien interne. La coaptation ne se maintenant pas, j'applique une suture semblable à celle du côté opposé.

Les suites opératoires furent simples, sauf du côté droit où le fil d'argent ne fut pas toléré et dut être retiré au bout d'un certain temps; il s'élimina un petit séquestre.

Le blessé est radiographié en avril 1898 ; on donne à l'ampoule une position un peu oblique, pour que les deux branches du maxillaire ne se superposent pas sur l'image (1171). Le contour inférieur du maxillaire est bien régulier et le fil d'argent est parfaitement toléré à gauche.

Le blessé a été revu en 1900; la conformation du maxillaire est parfaite et son fonctionnement normal. Le fil d'argent est resté en place et les cicatrices opératoires sont à peine visibles.

2° Fractures du maxillaire inférieur par coups de feu.

Obs. I. — S..., 1er étranger, a reçu le 18 mai 1901, au Tonkin, à bout portant, une balle Mauser, de gros calibre, au niveau du maxillaire inférieur.

Le projectile, sans chemise, est entré à droite, un peu en dehors de la ligne médiane, au niveau du trou mentonnier; il est resté logé dans les tissus, divisé en fragments multiples. Un certain nombre d'esquilles osseuses ont été extraites immédiatement et tardivement, et il y a peu de temps, on a enlevé plusieurs morceaux de plomb placés en avant de la portion cervicale du trapèze droit.

Nous voyons le blessé le 15 novembre 1901. Il existe de la raideur de la mâchoire inférieure qui s'écarte peu et difficilement de la supérieure. De la moitié droite du maxillaire inférieur, il ne reste que la branche montante ;

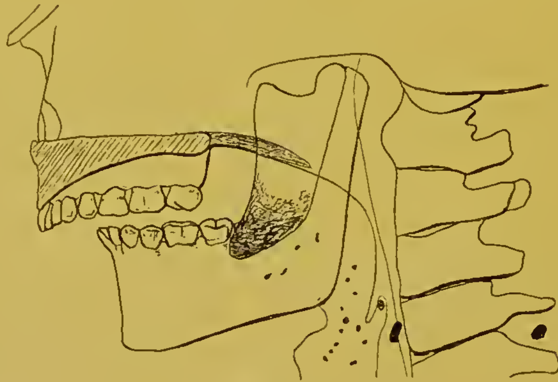


Fig. 1172.

tout son segment horizontal a disparu, depuis l'angle du maxillaire, jusqu'aux environs de la symphyse. La moitié gauche de l'arc maxillaire est intacte, ainsi que les dents qu'elle supporte. La branche verticale droite s'est infléchie en dedans et son bout inférieur vient presque à la rencontre de l'extrémité symphysienne de la branche gauche. Cette dernière a également subi dans sa totalité un mouvement d'inflexion de dehors en dedans, suivant la ligne verticale, pour se rapprocher de la portion restante de la branche droite; mais en même temps, elle s'est rétractée en arrière, rétrécissant ainsi la courbe du maxillaire inférieur, et son bord supérieur s'est renversé en dedans, de telle sorte que les dents sont inclinées du côté de la langue.

Ces trois mouvements, classiques dans les cas de ce genre, se sont passés dans l'articulation temporo-maxillaire et ont eu pour résultat le rapprochement des deux moitiés du maxillaire inférieur, le rétrécissement de l'arcade formée par ce dernier et le défaut de correspondance des dents supérieures et inférieures.

Le cliché transversal obtenu le 15 novembre 1901, le côté droit de la face en contact de la plaque, montre bien une partie des déformations (fig. 1172). On remarque des fragments de plomb projetés dans les tissus, jusque en arrière des vertèbres cervicales.

Nous avons recueilli deux autres observations du même genre, dans lesquelles les lésions du maxillaire inférieur sont absolument identiques à celles que nous venons de décrire.

L'intérêt de ces cas réside surtout dans la thérapeutique réparatrice mise en œuvre. Ayant encore en ce moment un de ces malades en traitement, nous ne sommes pas bien fixés sur les résultats que l'on peut obtenir, par l'association de l'intervention sanglante et de la prothèse orthopédique ; aussi réservons-nous la question.

3° Corps étrangers de la région maxillaire inférieure.

Obs. I. — H..., 25e d'artillerie, a été atteint, à la distance de quatre mètres environ, par une balle de revolver du commerce. Le projectile est entré à la face externe du maxillaire inférieur droit, à l'union de la branche horizontale et de la branche montante. Par la palpation on ne sent pas la balle, mais on



Fig. 1173.

constate qu'elle n'a pas traversé le maxillaire, à la face interne duquel on ne perçoit rien d'anormal ; il n'y a aucun signe de fracture. Le projectile devait donc se trouver à la face externe de l'os, où la radiographie montra sa présence et sa situation, le 14 janvier 1901 (fig. 1173). Il se trouvait dans l'épaisseur du masséter, et fut extrait facilement par M. Mignon.

VI. — COU

§ 1. — Lésions traumatiques

Obs. I. — R..., 115e de ligne, se plaint d'avoir avalé un fragment d'os, en mangeant sa soupe, le 24 mai 1900, dans la soirée. Nous l'examinons le surlendemain; il accuse une violente douleur au côté gauche du cou. Sur l'image droite-gauche que nous prenons, nous constatons la présence du corps



Fig. 1174.

étranger, placé transversalement, d'arrière en avant, dans l'œsophage, au niveau de l'orifice supérieur de ce conduit (fig. 1174). On passe à plusieurs reprises la sonde œsophagienne porte éponge, sans rien ramener. Les accidents disparurent progressivement.

§ 2. — Lésions congénitales

Nous avons pu radiographier deux cas de fistules congénitales du cou, après avoir rempli leur trajet avec une bouillie formée par du sous-nitrate de bismuth, en suspension dans la glycérine.

Obs. I. — J..., 130e de ligne. L'orifice externe de la fistule se trouve situé du côté droit, au-dessus de la clavicule, en dedans du chef sternal du sterno-mastoïdien; il a les dimensions d'une tête d'épingle et donne issue à une faible quantité de liquide ressemblant à la salive. En injectant dans la fistule de la bouillie de bismuth, celle-ci ressort par la bouche. Le trajet distendu, présente

immédiatement au-dessus de l'orifice cutané, une dilatation ampullaire de un centimètre environ de diamètre, puis il se dessine grêle et sinueux, suivant le bord antérieur du sterno-mastoïdien, et plonge ensuite dans la profondeur.

La partie supérieure de la fistule se meut avec le larynx, pendant les mou-



Fig. 1175.

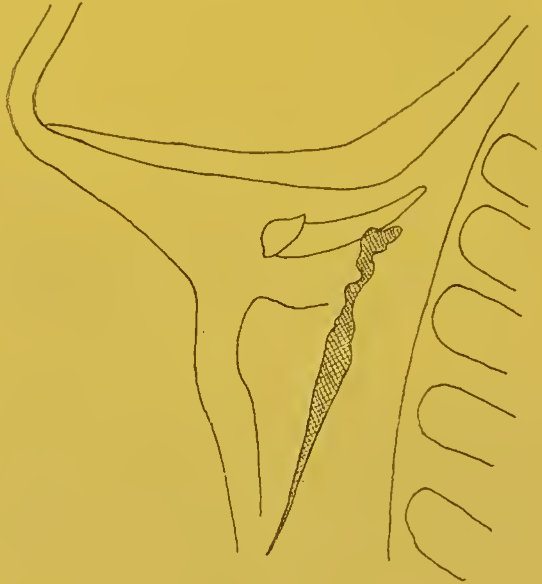


Fig. 1176.

vements de déglutition. Sur une plaque impressionnée transversalement, le 7 septembre 1900, on voit nettement dessiné le trajet de la fistule (fig. 1175).

Obs. II. — P..., 124e de ligne, présente une fistule congénitale du cou, à droite. L'orifice cutané répond au bord antérieur du sterno-mastoïdien. Le 8 mai 1900, le trajet étant rempli avec la glycérine bismuthée, nous prenons un radiogramme transversal du cou (1176) ; on constate que le trajet s'élargit progressivement de bas en haut, jusqu'au niveau du bord supérieur du cartilage thyroïde puis il devient sinueux, et se perd, sous le bord inférieur de l'os hyoïde.

VII. — POITRINE

§ I. — Lésions traumatiques

Corps étrangers. — Dans un cas, il s'agissait d'un fragment de fil métallique, et dans les autres, de projectiles.

Obs. I. — L..., 5e section d'infirmiers, a reçu, il y a trois mois, au-dessus du sein droit, un coup de fleuret qui a pénétré à 3 centimètres environ de profondeur, sans produire de lésions pleurale. Un morceau de fil de cuivre fixant le bouton en caoutchouc du fleuret, serait resté dans la plaie, au dire du blessé. Un gros abcès s'est développé et s'est fermé, après incision, sans fistule.

Le 15 décembre 1900, sur un cliché postéro-antérieur de la poitrine nous voyons un fragment de fil métallique, long de un centimètre environ, au niveau

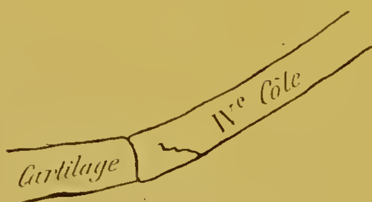


Fig. 1177.

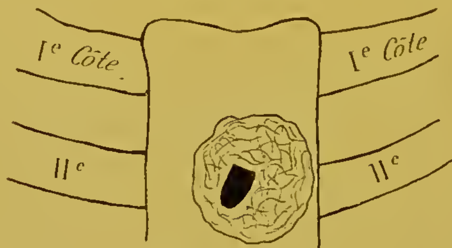


Fig. 1178

de l'extrémité antérieure de la quatrième côte droite (fig. 1177). La grande netteté du corps étranger sur la plaque, nous permet de le localiser à la face antérieure de la côte. Une incision pratiquée à ce niveau en permit l'extraction.

Obs. II. — G...., 37e de ligne, fut atteint à bout portant, par une balle de révolver de 7 millimètres. L'orifice d'entrée dont le pourtour se trouve incrusté de grains de poudre se voit un peu à droite de la ligne médiane du sternum, à la hauteur du deuxième espace intercostal. Le blessé accuse un peu de gène respiratoire. Après avoir recherché le projectile, sans succès, à l'écran, je prends le 31 décembre 1900, une épreuve postéro-antérieur de la poitrine. La balle se trouve, vis-à-vis la partie moyenne du sternum, à la hauteur du cartilage de la deuxième côte ; autour d'elle l'os est raréfié, sur une surface large comme une pièce de deux francs (fig. 1178). Son extraction fut facilement faite par M. Mignon ; elle était incrustée dans le sternum.

Obs. III. — P.... 40e d'artillerie, s'est tiré, le 20 septembre 1901, un coup de carabine Winchester, de 6 millimètres de diamètre, à une distance de 20 centimètres environ. L'orifice d'entrée se trouve à 6 centimètres de la ligne médio-sternale entre les cartilages des cinquième et sixième côtes droites. Le blessé

n'a pas craché de sang, et n'a pas présenté consécutivement de symptômes de réaction pleurale. Le trajet n'a pas été exploré et était cicatrisé au bout de huit jours. On ne voit pas le projectile à l'écran.

Après avoir fixé un repère en plomb sur l'orifice d'entrée cutané, nous exécutons le 15 octobre 1901, un radiogramme postéro-antérieur de la poitrine. La balle apparait au niveau du bord inférieur de la quatrième côte droite, à six centimètres en dehors, et à trois centimètres au-dessus de l'orifice d'entrée (fig. 1179). D'après la netteté de son contour et son volume, elle doit se trouver dans l'épaisseur de la paroi thoracique.

Comme sa présence ne provoque aucune gêne, elle n'est pas repérée davantage en profondeur. le sujet refusant l'extraction.

Obs. IV. — B..., vétérinaire, a reçu une balle dans la poitrine, en février 1901, au combat de Charouin, dans le Touat. Le projectile, tiré à 150 mètres environ, est entré du côté gauche en arrière, à 5 centimètres de la ligne médiane, sur une ligne horizontale passant un peu au-dessous de la pointe de l'omoplate. Il n'y a pas d'orifice de sortie. Le blessé a craché un peu de sang et a eu de

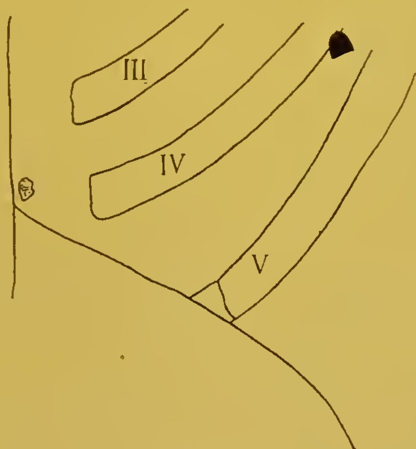
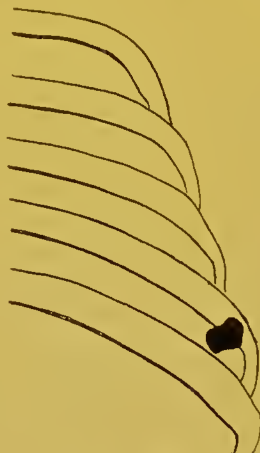


Fig. 1179.


Fig. 1180.

l'hémothorax; le lendemain de l'accident, on aurait constaté des bruits de frottements péricardiques.

Le 9 juillet 1901, il vient nous trouver, pour savoir si la balle est toujours dans la poitrine, en refusant d'avance toute tentative d'extraction. Nous impressionnons une plaque d'avant en arrière, après avoir placé un repère en plomb sur la paroi antérieure de la poitrine, en un point correspondant à l'orifice d'entrée postérieure et faisons passer le rayon incident par ce point. La balle fait ombre au niveau de la partie externe du quatrième espace intercostal (fig. 1180); elle a un contour irrégulier, et apparaît floue, de même que le repère en plomb, ce qui nous autorise à présumer qu'elle se trouve située dans la paroi antéro-interne de l'aisselle, où la palpation ne permet pas de la découvrir.

Obs. V. — V..., 1er étranger, s'est tiré en août 1903, deux coups de révolver de 7 millimètres, au niveau de la région précordiale; il est resté sans connaissance pendant un jour.

Nous l'examinons le 1er octobre 1903. Immédiatement en dehors et à un centimètre au-dessus du mamelon gauche, on remarque deux cicatrices blanchâtres circulaires, de 7 à 8 millimètres de diamètre, non adhérentes à la profondeur. On ne sent nulle part les projectiles sous la peau, et on ne constate rien d'anor-

mal du côté du poumon ou de la plèvre. Le 10 octobre, nous prenons un radiogramme antéro-postérieur de l'hémithorax gauche ; nous voyons l'ombre de projection des deux balles : l'une au niveau et en dedans de la pointe de l'omoplate, l'autre en regard du bord interne de l'épine de l'omoplate. Comme leur présence ne gêne nullement le sujet, nous ne procédons pas à leur localisation.

Obs. VI. — G..., invalide, a été atteint en 1870, d'un coup de feu au thorax. La balle entrée en arrière, au niveau du dixième espace intercostal gauche, à un travers de doigt en dedans de l'angle de l'omoplate n'est pas sortie.

Le 21 mai 1901, sur la plaque impressionnée d'avant en arrière, nous voyons la balle au milieu de la onzième côte, disposée verticalement, sa grosse extré-

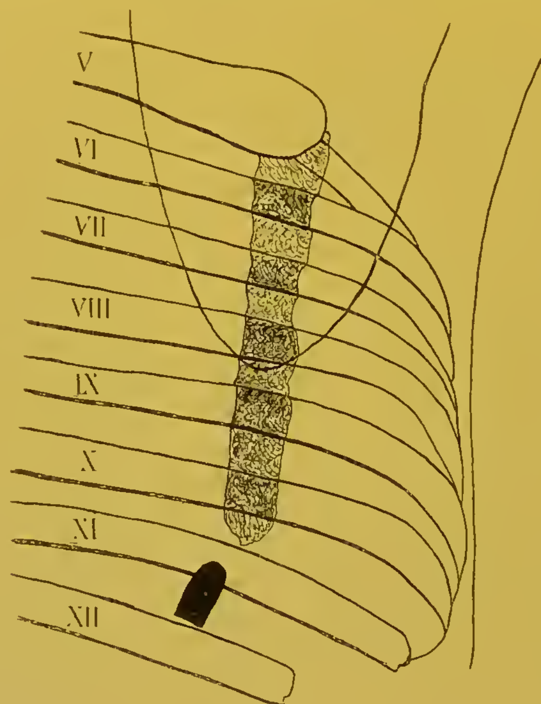


Fig. 1181.

mité en bas. Le sujet ayant été frappé par derrière, alors qu'il avait le corps courbé en avant, la balle a suivi un trajet de bas en haut, fracturant suivant une ligne verticale, parallèlement et en dehors de l'angle des côtes, les 9e, 8e, 7e, 6e et 5e côtes, puis elle est tombée dans le cul-de-sac pleural, sous l'influence de la pesanteur. Les différents foyers de fracture sont réunis entre eux, par un cal vertical et continu, formant une bande de 1 centimètre environ de large, à travers les espaces intercostaux correspondants ; l'extrémité postéro-interne de la cinquième côte se trouve déplacée en avant, ainsi que le montre la largeur de son ombre comparée à celle du segment externe (fig. 1181). Le cal est parsemé sur toute sa longueur de petits fragments de plomb. Le sujet désire conserver son projectile, qui ne le gêne pas.

Obs. VII. — L..., 119e de ligne s'est tiré dans la poitrine, le 4 juillet 1899, deux balles de révolver de 8 millimètres. L'un des projectiles entré au-dessous du mamelon gauche, a été extrait au niveau du bord postérieur de l'aisselle du même côté, où il se trouvait logé sous la peau.

L'autre qui a pénétré au-dessous et en dedans du mamelon gauche, a été recherché sans succès, au moyen d'une incision pratiquée le long du bord anté-

rieur de l'aisselle. Nous prenons successivement deux radiographies : l'une postéro-antérieure, et l'autre transversale droite-gauche, d'après lesquelles nous localisons le projectile, au niveau de la huitième côte, sur la ligne axillaire moyenne. D'après l'épreuve postéro-antérieure (fig. 1182), la balle projetée transversalement au niveau de la huitième côte, semble devoir être située dans l'intérieur de la cavité thoracique, à deux centimètres environ de profondeur. Cette apparence provient de ce que le plan latéral de la cage thoracique est incliné d'avant en arrière et de dedans en dehors, et que le projectile se trouve situé vers le milieu de ce plan.

Pour juger de la profondeur exacte de la balle, en se basant sur les deux radiographies obtenues, il fallait par conséquent tenir compte de la forme convexe de la poitrine.

Le sujet ne désirant pas l'extraction, nous n'avons pas poussé plus loin les recherches de localisation.

Obs. VIII. — R..., 118e de ligne, s'est tiré le 11 avril 1901, une balle de révolver, calibre 7, dans la poitrine. Il a craché du sang pendant huit jours, mais n'a pas présenté d'accidents spéciaux pouvant nécessiter une intervention opératoire. L'orifice d'entrée se trouve sur la ligne mamillaire gauche, à 8 centi-



Fig. 1182.

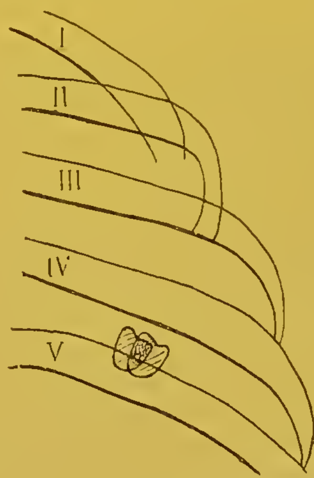


Fig. 1183.

mètres en dehors de la ligne médiane, et à 10 centimètres au-dessus du mamelon ; on ne sent pas le projectile sous la peau.

A la radioscopie, lorsque l'écran est placé contre la paroi antérieure de la poitrine, on voit la balle plus large et moins nette que lorsqu'il est appliqué en arrière. Dans cette dernière position, on constate que le projectile se trouve un peu en dehors de l'angle des côtes, au niveau du bord inférieur du quatrième espace intercostal.

Le 17 mai 1901, nous prenons sur la même plaque deux radiographies antéro-postérieures, avec écartement d'ampoule de 4 centimètres à droite et à gauche de la balle repérée par l'examen à l'écran ; le calcul nous indique qu'elle se trouve à 35 millimètres au-dessous de la peau de la paroi postérieure du thorax. Le sujet refuse toute tentative d'extraction (fig. 1183).

Obs. IX. — P..., 3e d'infanterie coloniale, entré au Val-de-Grâce, fin août 1901, dans le service de M. le professeur Mignon.

Le 13 juillet 1900, au combat de Tien-Tsin, il a été frappé par une balle Mauser, de 7,9 millimètres de diamètre. Le projectile est entré au niveau du bord postérieur de l'extrémité externe de la clavicule droite. Le sujet raconte

qu'immédiatement après sa blessure, il a craché du sang pur, et qu'ensuite il a eu des crachats sanguinolents, pendant un mois environ. Il ne semble pas avoir eu d'épanchement dans la plèvre.

Je l'examine le 21 août 1901. L'auscultation et la percussion ne révèlent rien d'anormal du côté du poumon et de la plèvre ; on ne sent nulle part la balle, par la palpation externe. Le malade ressent, depuis sa blessure, une douleur constante à la partie antéro-supérieure du côté droit du thorax, douleur qui s'exagère avec la marche et l'empêche de courir. Il est taciturne et sombre et désire à tout prix, être débarassé de ce corps étranger, dont la présence l'obsède.

L'examen à l'écran m'indique que le projectile se trouve relativement près de la paroi antérieure de la poitrine, qu'il correspond à la deuxième côte et au deuxième espace intercostal, et qu'il a une direction oblique de haut en bas, d'arrière en avant et de dehors en dedans.

Après avoir exactement repéré la balle en surface, sur la paroi thoracique antérieure, au moyen d'un index en plomb, je place sur la paroi postérieure un second index de même métal, et je m'assure, au moyen de la radioscopie, que les deux index et la balle se trouvent sur une même ligne droite, correspondant à l'intersection de deux plans, l'un vertical antéro-postérieur, l'autre horizontal.

J'enlève les deux index, après avoir marqué leur emplacement sur la peau, puis je prends une radiographie postéro-antérieure du thorax, en faisant deux poses sur la même plaque, et en déplaçant pour chacune d'elles le foyer du tube d'une quantité connue, à droite et à gauche du repère postérieur.

Sur le cliché développé, je mesure la distance qui sépare le centre des deux ombres de la balle. Connaissant la distance de mes deux positions d'ampoule, et la distance du foyer lumineux à la plaque, je puis facilement, au moyen de la formule basée sur les propriétés des triangles semblables, calculer la profondeur du projectile, par rapport au point marqué sur la paroi thoracique antérieure; je trouve un peu moins de 3 centimètres.

J'en conclus que la balle est logée, au niveau de la deuxième côte et du deuxième espace intercostal, à 6 centimètres de la ligne médio-sternale, et à 3 centimètres environ de profondeur.

En se basant sur ces données radiographiques, M. Mignon tente l'extraction du projectile à la fin du mois de septembre. Il incise les parties molles au point indiqué, résèque 2 à 3 centimètres de la deuxième côte, arrive sur la plèvre pariétale qui semble épaissie et adhérente au poumon, ponctionne dans différents sens et à diverses profondeurs, avec une aiguille fine; il ne trouve rien.

Comme la radiographie m'avait montré les traces d'une fracture des quatrième et cinquième côtes droites, à leur partie postérieure, en dehors de leur angle, l'hypothèse fut émise que la balle se trouvait peut-être en arrière, et non en avant, où je l'avais localisée.

J'étais absent, au moment de l'opération.

A mon retour, je revois le malade, le radiographie à nouveau, et arrive toujours aux mêmes résultats.

Je m'explique le cheminement du projectile, de la façon suivante: la balle a pénétré le sommet de la poitrine, de haut en bas et d'avant en arrière, perforant le lobe supérieur du poumon droit, puis elle est venue briser les quatrième et cinquième côtes. A ce moment, sa force vive étant épuisée, elle est restée contre la face interne du thorax, d'où elle a pu ultérieurement glisser vers la paroi antérieure, en suivant le chemin qui lui était offert par la scissure supérieure du poumon; la scissure horizontale répond en effet sensiblement en arrière aux quatrième et cinquième côtes et à la deuxième en avant.

Je crois cette explication plus plausible que celle qui ferait intervenir un ricochet.

M. Contremoulins voulut bien, sur ma demande localiser la balle, au moyen de ses appareils et ses conclusions furent conformes aux miennes.

Le 9 octobre. M. Mignon pratiqua une nouvelle intervention. Guidé par la tige du compas de Contremoulins, il abrasa une portion de la deuxième côte, dont les bouts réséqués antérieurement s'étaient rapprochés et réunis. La plèvre pariétale ouverte, le poumon se rétracta et un pneumothorax se produisit, par suite du défaut d'adhérences. Le doigt introduit dans la cavité pleurale sentit la balle placée superficiellement dans le parenchyme pulmonaire : elle fut saisie avec une pince, tirée au dehors avec un segment de poumon et libérée au bistouri de sa capsule d'enkystement. Il ne fut pas possible de se rendre compte de sa situation exacte, dans la scissure interlobaire, ou dans le parenchyme pulmonaire.

Il s'agissait d'une balle en plomb, à chemise de maillechort, de 7,9 millimètres de diamètre et de 32 millimètres de longueur.

La guérison opératoire se fit vite et sans incident, et l'état psychique du sujet redevint excellent.

§ 2. — Lésions infectieuses

C'est surtout l'examen à l'écran, qui rend des services appréciés, dans l'étude des lésions du cœur, du médiastin, du poumon et des plèvres.

Nous avons observé de nombreux malades atteints de lésions du cœur, d'anévrysmes de l'aorte, de tuméfaction des ganglions du hile du poumon, de pleurésies adhésives ou avec épanchement, de lésions tuberculeuses des poumons, etc.

Le contour des zones anormales d'obscurité était soigneusement décalqué sur une feuille de papier transparent appliquée sur l'écran, et nous avons conservé tous ces tracés; mais, comme les renseignements qu'ils fournissent sont plutôt d'ordre médical que chirurgical, nous les passerons sous silence.

Trois catégories de lésions constatées, soit à l'écran, soit sur la plaque sensible, retiendront seules notre attention ; elles ont trait aux empyèmes fistuleux externes de la plèvre, aux épanchements pleurétiques interlobaires, et aux abcès du foie à évolution pleuro-pulmonaire.

a) Empyèmes pleuraux fistuleux externes.

Pour juger de la direction et de la profondeur des trajets fistuleux, ou de la situation et de la dimension des poches purulentes qui peuvent persister, à la suite de l'ouverture de la cavité pleurale pratiquée par le chirurgien, on a conseillé l'emploi des rayons de Roentgen. On peut introduire, par exemple, une sonde métallique, en plomb de préférence, dans le trajet, en la faisant pénétrer jusqu'au fond de la fistule, ou jusqu'au contact des parois de la cavité, puis on procède à l'examen radioscopique, ou radiographique de la lésion.

Ce moyen de jaugeage des cavités et de cathétérisme des trajets, avec un instrument rigide, nous semble passible de certaines critiques : ou bien la tige de plomb ne peut pénétrer jusqu'au fond de la fistule, par suite de coudure, ou de rétrécissement du trajet, ou bien l'on n'apprécie qu'incomplè-

tement l'étendue de la cavité purulente, ne pouvant pas toujours explorer ses différents diverticules.

Pour obtenir, avec les rayons de Roentgen des données plus précises sur ces différents points, nous avons songé à remplir, sous légère pression, les trajets, ou les cavités à définir, avec un corps opaque aux rayons X (société de chirurgie de Paris, 13 novembre 1901).

L'iodoforme, dont l'opacité est très grande, pourrait être employé, en suspension dans la glycérine ou l'huile; mais il serait à craindre qu'une trop grande quantité du médicament restât dans les tissu et provoquât de l'intoxication.

Le mercure ou la pommade mercurielle présenteraient les mêmes dangers. Nous avons alors pensé à recourir au sous-nitrate de bismuth, qui constitue, pour les rayons de Roentgen, un opaque un peu moins prononcé que l'iodoforme et le mercure, mais qui peut séjourner en notable quantité dans l'organisme, sans entraîner d'inconvénients. Nous avons utilisé un mélange suffisamment épais de glycérine et de sous-nitrate de bismuth, et l'avons injecté au moyen d'une seringue, dans les trajets et cavités à étudier, directement par l'orifice fistuleux, ou par l'intermédiaire d'une sonde en gomme ou en caoutchouc, introduite à quelques centimètres de profondeur.

Une fois la cavité remplie, on ferme l'orifice fistuleux, avec un bouchon de coton, une cuirasse collodionnée, ou la pression d'une pince de Kocher, suivant les cas, pour permettre au malade de subir les déplacements nécessaires aux opérations radioscopiques, ou radiographiques sans que la bouillie ressorte.

Obs. I. — E..., militaire réformé, a été atteint, il y a dix-neuf mois, dans le décours d'une fièvre typhoïde, d'une pleurésie suppurée gauche. Il a déjà subi quatre opérations d'empyème, avec résection de fragments de côtes, et malgré tout, il persiste une fistule.

Radiographié dans le sens antéro-postérieur, le 14 mai 1901, après injection de glycérine bismuthée dans la fistule pleurale, nous constatons l'existence d'un simple trajet filiforme, s'étendant jusqu'au niveau du bord inférieur du segment postérieur de la deuxième côte (fig. 1184).

Obs. II. — E..., 1er régiment d'infanterie coloniale, a eu à la suite de la grippe, une pleurésie suppurée à gauche. Le 14 mai 1901, une incision fut pratiquée entre la septième et la huitième côte, sur la ligne axillaire, pour donner issue à l'épanchement pleural. La plaie est restée fistuleuse. Le cliché obtenu après injection de glycérine bismuthée, le 19 août montre que la cavité s'étend en hauteur, du neuvième espace intercostal, à la troisième côte, en projection sur le segment postérieur des côtes. La largeur maxima de l'ombre portée par la collection de bismuth est de 5 centimètres ; il n'existe pas de zone de pénombre appréciable (fig. 1185).

Obs. III. — M..., 76e de ligne, a été atteint de pleurésie gauche suppurée, en octobre 1900.

Le 28 janvier 1901, on ouvrit la plèvre, après résection d'un segment de la neuvième côte, sur la ligne axillaire ; il persista une fistule pleuro-cutanée. Le 26 octobre, je remplis la cavité de glycérine bismuthée et prends un radio-

gramme antéro-postérieur (1186). L'ombre portée par la cavité mesure 14 centimètres de hauteur, depuis l'orifice cutané, jusqu'à sa partie supérieure; elle



Fig. 1184.



Fig. 1185.

s'étend entre les segments postérieurs des neuvième et sixième côtes droites. La zone opaque a un diamètre maximum de 25 millimètres. Autour de la cavité

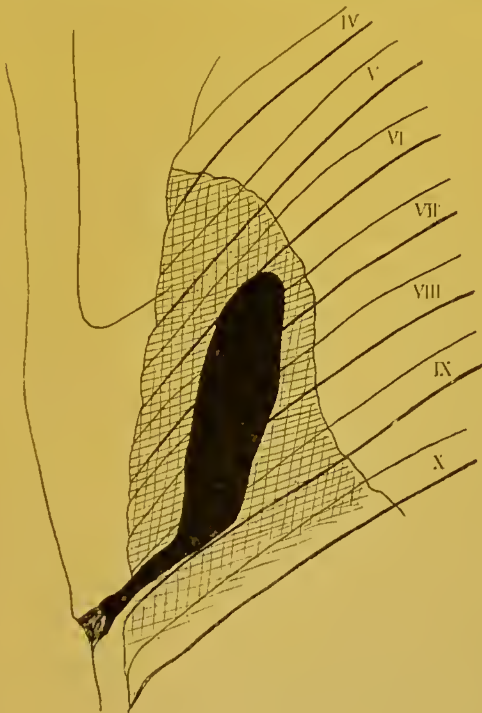


Fig. 1186.



Fig. 1187.

existe une pénombre, due sans doute partie aux fausses membranes, et partie à la condensation de la surface limitante du poumon.

Les deux sommets pulmonaires, surtout le droit, semblent envahis par la tuberculose.

Dans les cas que nous venons de rapporter, on peut juger nettement de l'étendue en hauteur des cavités injectées et en repérer le sommet et la base, par rapport aux côtes postérieures. Avec la radiographie par simple projection, ou *radiographie plane*, il n'est guère possible d'apprécier exactement la largeur et l'épaisseur de la cavité, non plus que sa situation par rapport aux parois antérieure ou postérieure du thorax; il faudrait pour cela prendre conjointement une radiographie transversale, sur laquelle le dôme du diaphragme, le cœur et les gros vaisseaux pourraient masquer en partie les lésions. Pour obtenir tous les renseignements désirés, le mieux est de faire de la *radiographie dans l'espace,* de la radiographie stéréoscopique autrement dit.

Il peut suffire tout simplement de préciser le contact antérieur ou postérieur, en regardant le thorax à l'écran, sous différentes incidences, pendant qu'une sonde métallique est introduite dans la cavité purulente, ou mieux encore pendant que le bismuth la remplit.

Dans ces vastes et anciens empyèmes pleuraux chroniques, la radiographie peut également rendre des services au chirurgien, pour déterminer à l'avance les cas dans lesquels on peut pratiquer la décortication pulmonaire de Delorme et ceux dans lesquels il faut faire l'opération de Schede. Lorsque le poumon est sclérosé, non dilatable, on ne voit pas l'ombre des côtes sur l'image et il faut pratiquer l'opération de Schede ; si au contraire les côtes se montrent nettement sur la plaque, c'est que le poumon est sain, dilatable et on peut tenter la décortication (Gallet, Annales de la Société belge de chirurgie, juin 1900, p. 206).

b) Pleurésie interlobaire.

Obs. I. — T..., garde républicain, présente depuis trois mois des symptômes de pleurésie chronique à droite, et de tuberculose des sommets pulmonaires. Au-dessous et en dedans de la pointe de l'omoplate droite, on constate des signes amphoriques, et le malade a une expectoration abondante. Sur un cliché antéro-postérieur, pris le 25 novembre 1901, on remarque une zone d'ombre partant de la quatrième côte, pour se diriger en bas et en dedans vers le cœur, en s'élargissant progressivement (fig. 1187). Au-dessous et en dehors de cette bande opaque, le lobe inférieur du poumon droit est sain et présente sa transparence normale, tandis qu'au-dessus, les lobes moyens et supérieurs sont farcis de tubercules arrondis, à contours nets, à peine allongés, par suite du défaut d'expansion et de locomotion du poumon qui est atteint d'hépatisation et présente des adhérences pleurales.

Du côté gauche, au contraire, le poumon ne doit pas être adhérent à la plèvre pariétale, aussi les tubercules qui occupent toute l'étendue de sa partie supérieure, se montrent sous forme de stries allongées verticalement. Cela tient à ce que, pendant que l'on prend la radiographie, sous l'influence des mouvements d'inspiration et d'expiration, les noyaux tuberculeux subissent des mouvement d'ascension et de descente, quand le poumon n'est pas immobilisé par des adhérences pleurales massives.

c) Abcès du foie a évolution pleuro-diaphragmatique. — Lorsqu'on examine à l'écran, dans le sens antéro-postérieur, ou postéro-antérieur, la base d'un thorax normal, on aperçoit la voûte diaphragmatique qui remonte plus ou moins haut dans la poitrine, suivant la conformation individuelle de la cage thoracique, et suivant l'état de distension ou de volume des organes abdominaux.

Les deux moitiés du diaphragme apparaissent sous la forme d'une voûte à convexité supérieure, surbaissée dans sa partie médiane, au niveau du lit du cœur ; la moitié gauche de la voûte est à un niveau, de 2 à 3 centimètres en moyenne, inférieur à celui de la moitié droite. Cette dernière reposant sur le foie confond son ombre avec celle de ce viscère, la moitié gauche, au contraire, apparaît sous l'aspect d'une ligne sombre, d'autant plus nette que la cavité stomachale sous-jacente se trouve distendue par les gaz.

Les deux moitiés du diaphragme subissent, pendant les mouvements d'inspiration et d'expiration, des oscillations ascendantes et descendantes, dont l'amplitude est de plusieurs centimètres et varie avec la force de la respiration, mais elles conservent toujours leur différence de niveau relatif.

Dans les abcès de la face convexe du foie, ce dernier organe étant augmenté de volume refoule davantage la moitié droite de la voûte, et cette dernière peut alors présenter une différence de 5 à 6 centimètres par rapport à la moitié gauche. En outre les mouvements du muscle étant douloureux, par suite de l'inflammation qui a pu se propager à son tissu, il s'immobilise, et l'on aperçoit alors la moitié gauche qui continue ses oscillations, tandis que la moitié droite ne bouge pas.

Le refoulement et l'immobilité de la moitié droite du diaphragme indiquent par conséquent une tuméfaction inflammatoire du foie, mais pas forcément l'existence d'un abcès. Ce n'est qu'un signe de présomption.

Dans certains cas, l'inflammation peut se transmettre à la plèvre à travers le diaphragme, et l'on constate, en plus de la dénivellation anormale des deux moitiés de la voûte et de l'immobilisation de la partie droite, l'oblitération du sinus costo-diaphragmatique droit, par accolement de ses parois, ou présence d'une faible quantité de liquide dans la cavité pleurale.

Le processus inflammatoire peut également se transmettre à la base du poumon droit, dont le tissu se condense, puis peut suppurer à son tour ; on remarque alors, au-dessus du diaphragme, et en contact avec lui, une zone d'ombre irrégulière occupant la base pulmonaire.

L'abcès de la convexité du foie peut aussi, après avoir progressé à travers le diaphragme et la base du poumon, venir s'ouvrir dans une bronche, et donner lieu à une vomique ; dans ce cas, on verra la base du poumon parcourue par une traînée opaque plus ou moins large, se continuant avec le foie et se dirigeant de bas en haut et de dehors en dedans ; cette opacité est due à la condensation du tissu pulmonaire, autour d'une cheminée d'évacuation hépato-bronchique.

La radiographie permettra encore au chirurgien de différencier les abcès du foie, des abcès de la base du poumon droit. Ces abcès ne sont pas très

rares chez les hommes rapatriés des colonies, et dans l'espace d'un an, nous avons eu, à l'hôpital de Marseille, l'occasion d'en constater deux cas à l'autopsie. L'abcès, du volume de deux gros poings, occupait le centre de la base du poumon droit, et se trouvait en contact avec le diaphragme qui n'était pas perforé ; le foie n'était le siège d'aucun abcès. Cliniquement, on avait noté de la submatité et de l'obscurité respiratoire à la base droite, mais il n'y avait pas eu de vomique, car l'abcès était entouré d'une coque fibreuse et ne communiquait pas avec les bronches. Notre appareil radioscopique n'étant pas transportable et les malades se trouvant fatigués, on ne put les déplacer pour les examiner aux rayons de Roentgen, et le diagnostic ne put être fait.

La plupart des quelques observations que nous allons relater, en les résumant, ont été communiquées par M. le médecin inspecteur Kelsch, à l'Académie de médecine, le 6 mars 1900 ; elles ont été prises sur des malades opérés au Val-de-Grâce, par M. le professeur Nimier.

Obs. I. — B..., maréchal des logis, contracte la dysenterie au Soudan, en 1898. Le 27 avril de la même année, on ouvre un abcès du foie, après résection de la sixième côte. Le 28 août 1899, le sujet entre au Val-de-Grâce, ayant de l'expectoration purulente. Le foie est considérablement tuméfié et des débris de tissu hépatique sont reconnus au microscope dans les crachats. Plusieurs ponctions du foie sont restées négatives.

A la radioscopie, nous trouvons la moitié droite du diaphragme complètement immobilisée, et remontée de 7 à 8 centimètres au-dessus de la moitié gauche

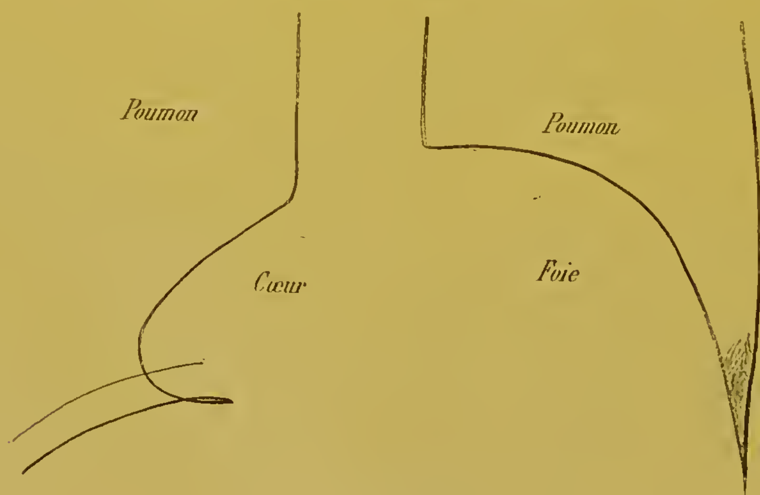


Fig. 1188.

refoulée elle-même par l'estomac dilaté. Le sinus costo-diaphragmatique droit est oblitéré, et une traînée d'ombre correspondant à la condensation du tissu pulmonaire, autour d'une cheminée d'évacuation, parcourt obliquement, de bas en haut, et de dehors en dedans, la base du poumon droit. Une nouvelle ponction permet de trouver l'abcès, à la face postéro-supérieure du foie ; il est incisé, après résection d'un fragment de la huitième côte, sur la ligne axillaire. Guérison.

Obs. II. — P..., caporal d'infanterie de marine, est atteint de dysenterie, en

juin 1899. Le foie est douloureux, et plusieurs ponctions sont faites sans résultat. Le malade entre au Val-de-Grâce, en décembre 1899. La glande hépatique est tuméfiée et douloureuse. La radioscopie montre l'immobilité de la moitié droite du diaphragme qui présente une dénivellation de 6 à 7 centimètres, par rapport à la gauche, l'oblitération du sinus costo-diaphragmatique droit, et une traînée de condensation dans la base droite, indice d'une cheminée en voie de formation. Une ponction ramène du pus, et l'abcès est incisé, après résection d'un fragment de la neuvième côte, sur la ligne axillaire. Le malade mourut ultérieurement de broncho-pneumonie gauche, d'origine grippale.

Obs. III. — C..., 3° spahis, souffre depuis trois mois du côté droit; il n'a jamais eu de dysenterie et n'a pas craché de pus.

Le 2 octobre 1900, je pratique la radioscopie antéro-postérieure de la poitrine (fig. 1188); la moitié droite du diaphragme est surélevée de 9 centimètres, par rapport à la gauche; elle est presque complètement immobile pendant la respiration. L'espace costo-diaphragmatique n'est pas effacé, et il n'y a pas de condensation de la base pulmonaire droite. Une ponction faite en arrière ramène du pus, et l'abcès est incisé immédiatement. Guérison.

Comme nous l'avons déjà dit, la dénivellation prononcée des deux moitiés du diaphragme, n'indique pas forcément l'existence d'une hépatite suppurée, ainsi que le montre l'observation suivante.

Obs. IV. — N..., employé civil colonial, a eu dans le cours de sa carrière, plusieurs atteintes de paludisme et de dysenterie. Le foie est tuméfié, non douloureux à la pression et mobile pendant la respiration.

A la radioscopie, le 22 mai 1900, on constate que la moitié droite du diaphragme est surélevée de 13 centimètres, par rapport à la gauche; elle présente des mouvements d'une amplitude normale; il n'existe aucune altération de la base pleuro-pulmonaire droite. Il s'agissait tout simplement d'une hypertrophie du foie, d'origine paludéenne.

Il est hors de doute que la radioscopie peut rendre des services au chirurgien, pour aider au diagnostic des abcès de la partie postéro-supérieure du foie; par contre elle ne donne aucun renseignement, ainsi que nous l'avons constaté plusieurs fois, dans les cas d'abcès de la région antéro-inférieure, qui évoluent vers l'abdomen et n'ont aucun retentissement diaphragmatique, ou pleuro-pulmonaire.

Malgré les avantages qu'elle présente, nous devons dire que nous ne l'avons pas employée, depuis notre arrivée à l'hôpital militaire de Marseille, où nous avons incisé une trentaine d'abcès du foie, dans l'espace de deux ans. Nous regrettons toutefois de ne pas l'avoir utilisée dans un cas, où le malade opéré et presque guéri d'un premier abcès de la face externe du lobe droit, a été atteint secondairement d'un abcès postéro-supérieur, ouvert dans la base du poumon droit, et non évacué par les bronches.

La mort eut lieu par cachexie, et à l'autopsie nous avons trouvé le nouveau foyer, dont la clinique ne nous avait pas permis de soupçonner la présence.

VIII. — ABDOMEN

§ 1. — Corps étrangers

En jonglant, un soldat avala une pièce de cinq francs en argent. La radiographie nous montra la présence du corps étranger, dans l'estomac, d'où il fut extrait par M. le professeur Nimier, qui pratiqua une gastrotomie, suivie de suture immédiate. La guérison eut lieu sans incident.

IX. — CAVITÉ PELVIENNE

§ 1. — Calculs vésicaux

Obs. I. — A..., médecin ottoman, entre le 14 septembre 1900, à l'hôpital du Val-de-Grâce. Il accuse des symptômes de cystite très pénible, due à la présence de calculs multiples, dont la réalité, au dire du malade, a été constatée, quelques jours auparavant, par l'exploration directe de la vessie. Il prétend que l'introduction de l'explorateur a été très difficile, très douloureuse, suivie d'hémorragie, et refuse de se soumettre à un nouveau cathétérisme.

Eu égard à cet état d'esprit, et vu l'existence de phénomènes de cystite que la morphine et le chloral à fortes doses, parviennent à peine à calmer, je me décide à pratiquer la cystotomie sus-pubienne ; mais auparavant je fais la radiographie, pour connaître le nombre des calculs, et être sûr de ne pas en laisser dans la vessie, au moment de l'opération.

L'épreuve obtenue, le 16 septembre 1900, montre (fig. 1189), l'existence de deux pierres accolées, et ayant chacune le volume d'une petite amande. La taille est pratiquée le 19 septembre ; je retire deux calculs, dont la forme et les dimensions sont bien celles que nous indiquait la radiographie ; ils étaient constitués par de l'oxalate neutre de chaux, et avaient une densité de 2.492.

Obs. II. — P..., sous-lieutenant d'infanterie, entre au Val-de-Grâce le 22 septembre 1900, pour se faire traiter d'un rétrécissement blennorragique de l'urèthre.

Un jour, pendant le passage des Béniqué, j'ai la sensation d'un choc, au

niveau du col de la vessie. Pensant avoir affaire à un calcul, j'introduis immédiatement l'explorateur de Collin, et ne constate rien. Je répète à plusieurs jours différents, et toujours sans succès, la recherche du corps étranger, en distendant plus ou moins la vessie ; M. Nimier procède également à l'exploration, et n'est pas plus heureux.

Le malade, fatigué de ces introductions répétées d'instruments dans son canal, redoute l'examen cystoscopique qui lui est proposé.

Je radiographie la vessie, le 3 octobre 1900, en plaçant la plaque sensible



Fig. 1189.



Fig. 1190.

contre la paroi abdominale antérieure. L'image n'étant pas très démonstrative, je prends une seconde épreuve, la plaque étant mise au contact du sacrum. Cette fois la présence du calcul est certaine ; il est unique et du volume d'une noisette (fig. 1190). M. Nimier ayant tenté, sans succès, de saisir la pierre, entre



Fig. 1191.

les mors d'un lithotriteur, pratique la taille hypogastrique et extrait le corps étranger.

La densité du calcul était de 1.490 à 1.500 ; il était composé, en majeure partie de carbonate de chaux, contenait une petite quantité de phosphate de chaux et des traces sensibles de manganèse.

L'origine de ce calcul était probablement la suivante : pendant le cours de sa blennorragie, le malade avait fait des lavages répétés et totaux, de son urèthre et de sa vessie, au permanganate de potasse. Ce sont des cristaux de permanganate déposés dans la vessie, qui ont dû servir de centre de formation au calcul.

Obs. III. T..., lieutenant de cavalerie, en traitement pour polynévrite éthylique et palustre, a des crises intermittentes de phosphaturie. Je le radiographie, le 24 mai 1901, et constate l'existence d'un calcul du volume d'une amande, dans le côté droit de la vessie (fig. 1191). Il est enlevé, par la taille hypogastrique, par Nimier. Il est composé de phosphate de chaux.

Obs. IV. — X..., officier général, présente des symptômes de calcul vésical. Une hypertrophie de la prostate rendait assez difficile l'exploration de la vessie. Je le radiographiai à plusieurs reprises, et ne constatai sur les plaques, l'existence d'aucun calcul.

M. Nimier pratiqua la taille sus-pubienne, et retira une pierre muriforme, du volume d'une datte. Le calcul avait une densité de 2.648 et il était formé exclusivement d'acide urique, substance perméable aux rayons de Roentgen. Nous pûmes ainsi nous expliquer pourquoi sa présence nous avait échappée sur les clichés.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer, à propos des deux premières observations, communiquées à la Société de chirurgie de Paris, le 6 mars 1901, c'est à la radiographie que nous sommes redevables, d'avoir pu, dans trois de ces cas, confirmer le diagnostic de calcul vésical, en connaître le nombre et le volume, les moyens d'exploration habituels étant restés insuffisants, ou n'ayant pas été employés, par suite du refus des malades.

La radiographie est rarement nécessaire, pour le diagnostic des calculs vésicaux ; elle trouve plutôt son utilité pour déceler la présence des calculs de l'uretère, du bassinet, ou du rein, où l'on ne va généralement pas les rechercher par l'exploration directe, en dehors de l'opération.

Les observations de calculs de ces segments de l'appareil urinaire, découverts par les rayons de Roentgen, sont nombreuses, mais nous n'en possédons pas. Nous avons radiographié deux malades chez lesquels on notait des symptômes probables de calculs du bassinet, mais nous n'avons pas constaté trace de leur existence, sur la plaque sensible.

TABLE DES MATIÈRES

LIVRE II

PARTIE TECHNIQUE

PREMIÈRE SECTION

NOTIONS D'ENSEMBLE SUR L'INSTRUMENTATION

DEUXIÈME SECTION

TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE

TROISIÈME SECTION

TECHNIQUE RADIOSCOPIQUE

QUATRIÈME SECTION

ACCIDENTS DUS AUX RAYONS DE ROENTGEN

CINQUIÈME SECTION

RADIOTHÉRAPIE

LIVRE III

PARTIE CHIRURGICALE

PREMIÈRE SECTION

GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS CHIRURGICALES JUSTICIABLES DE LA RADIOGRAPHIE

DEUXIÈME SECTION

ÉTUDE PARTICULIÈRE ET PAR RÉGIONS ANATOMIQUES DES AFFECTIONS CHIRURGICALES JUSTICIABLES DE LA RADIOGRAPHIE

I. — MEMBRE SUPÉRIEUR

II. — MEMBRE INFÉRIEUR

IV. — COLONNE VERTÉBRALE

V. — RÉGION MAXILLAIRE INFÉRIEURE

VI. — COU

VII. — POITRINE

VIII. — ABDOMEN

IX. — CAVITÉ PELVIENNE

EVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

